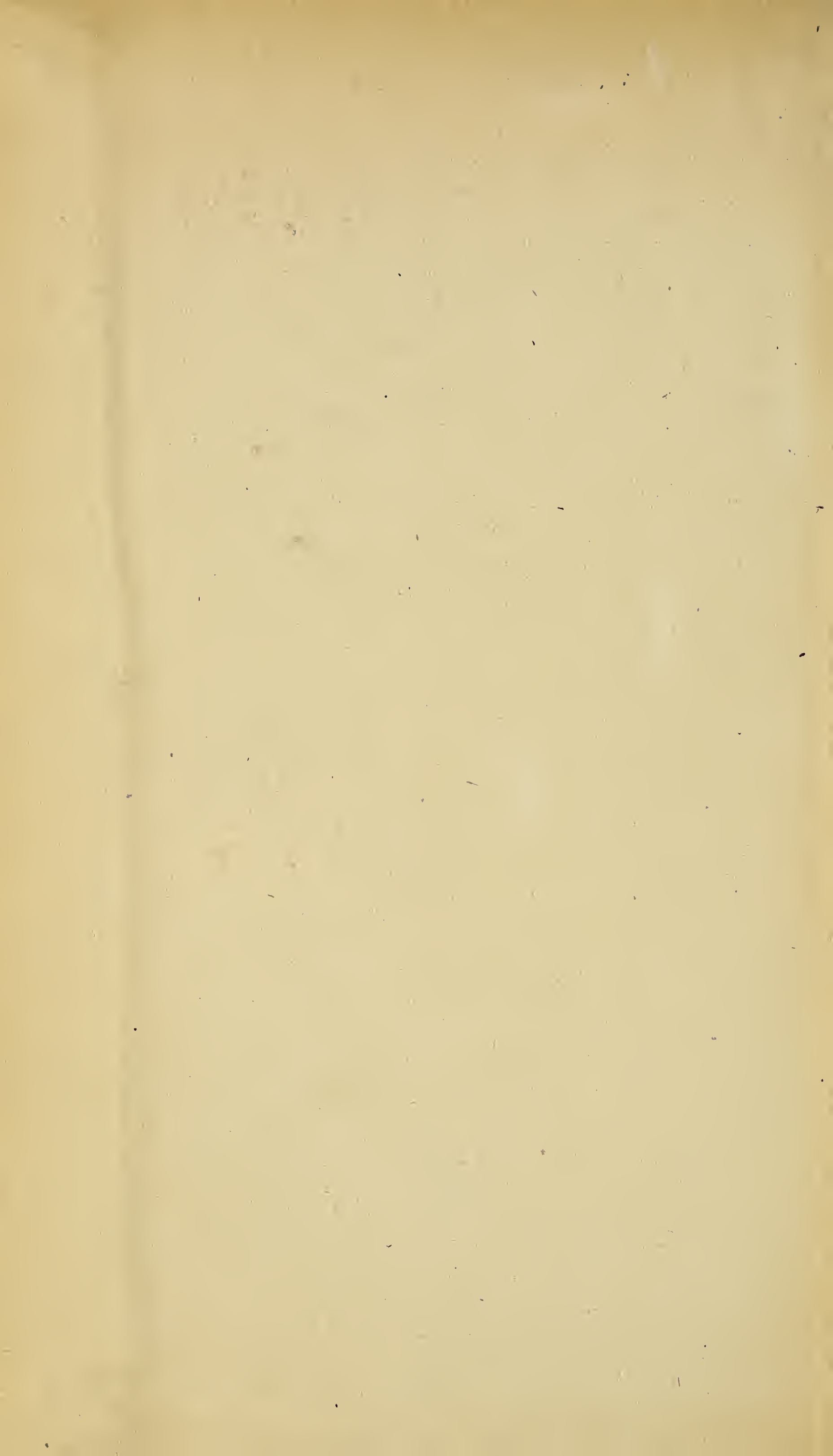
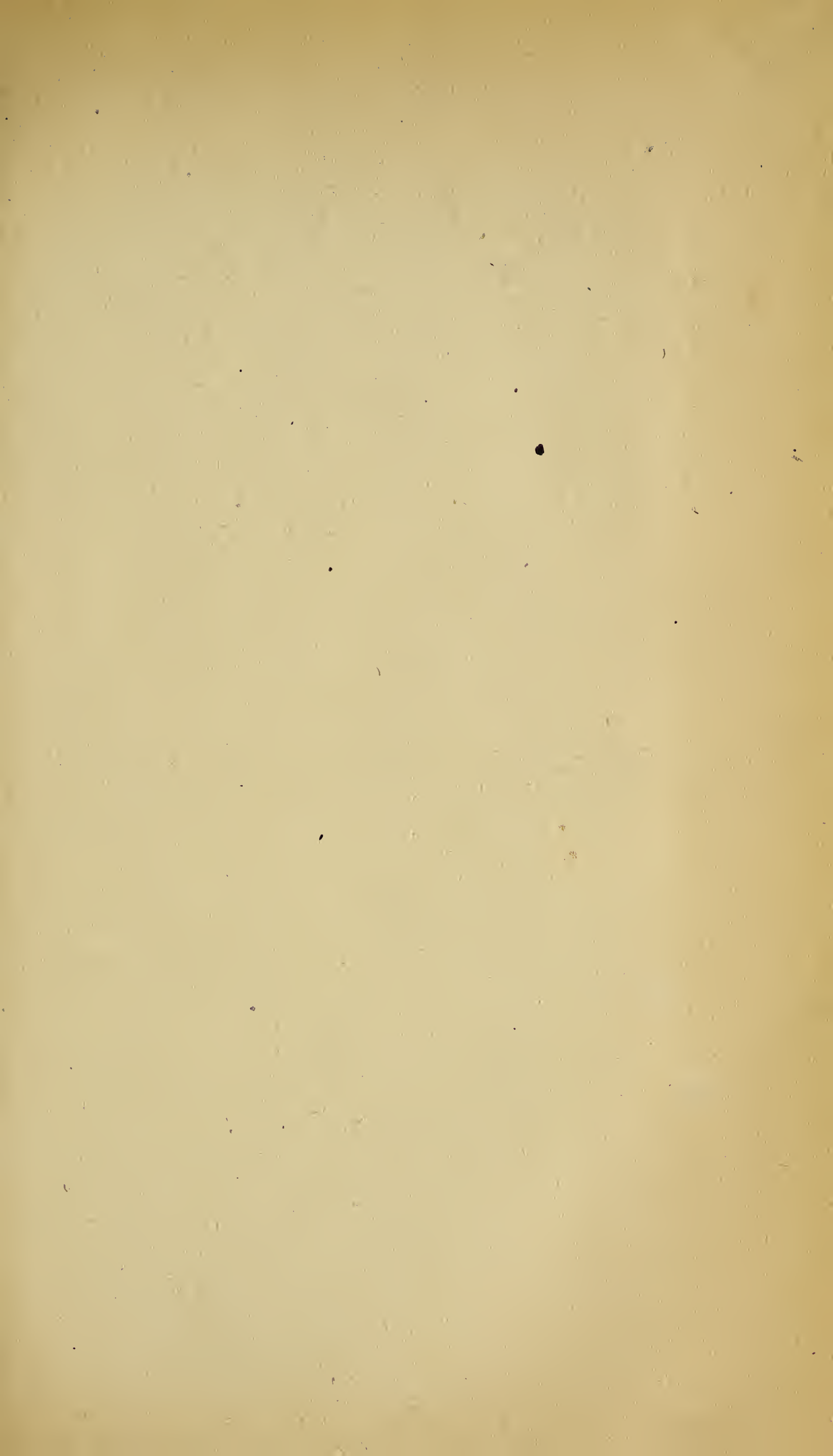
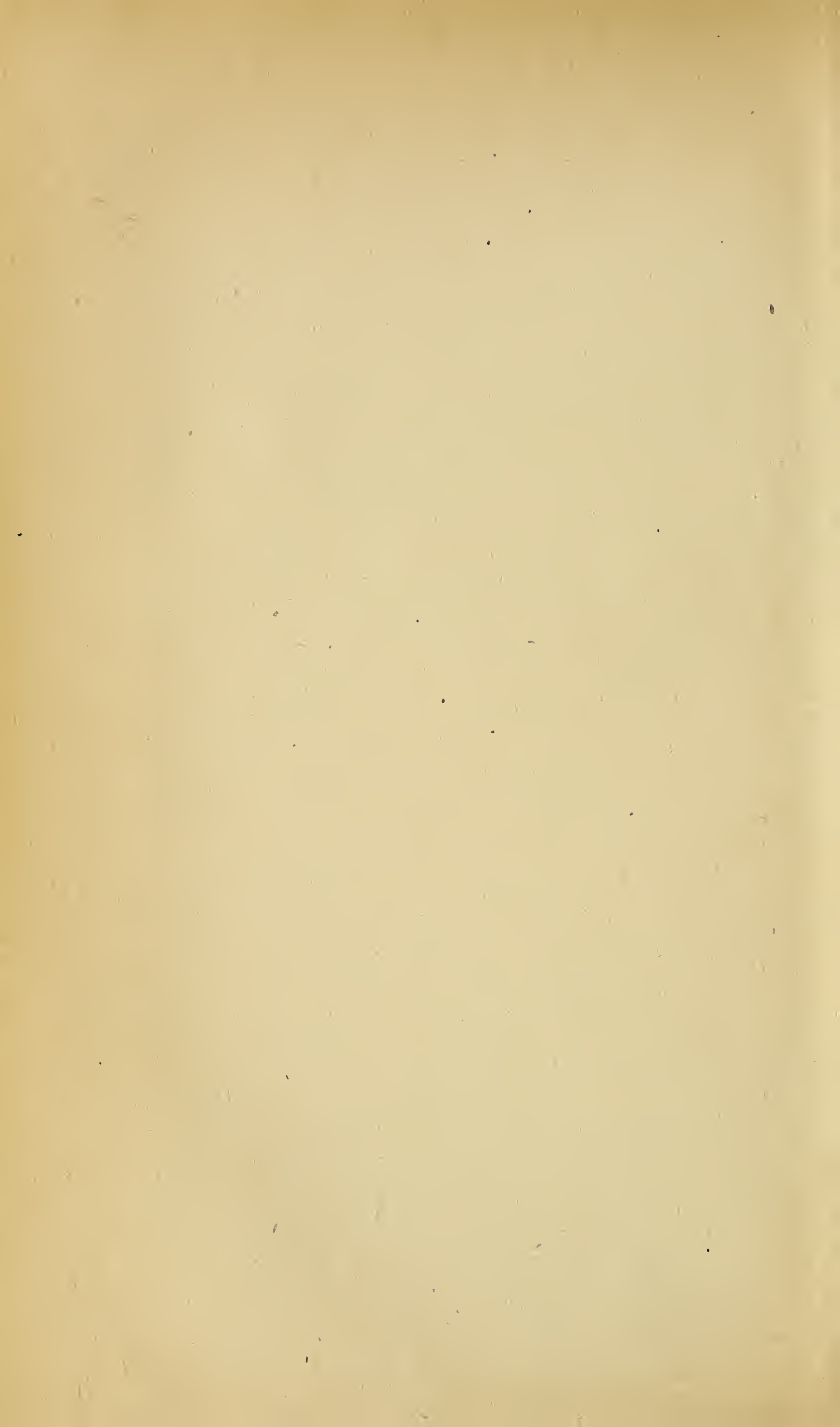


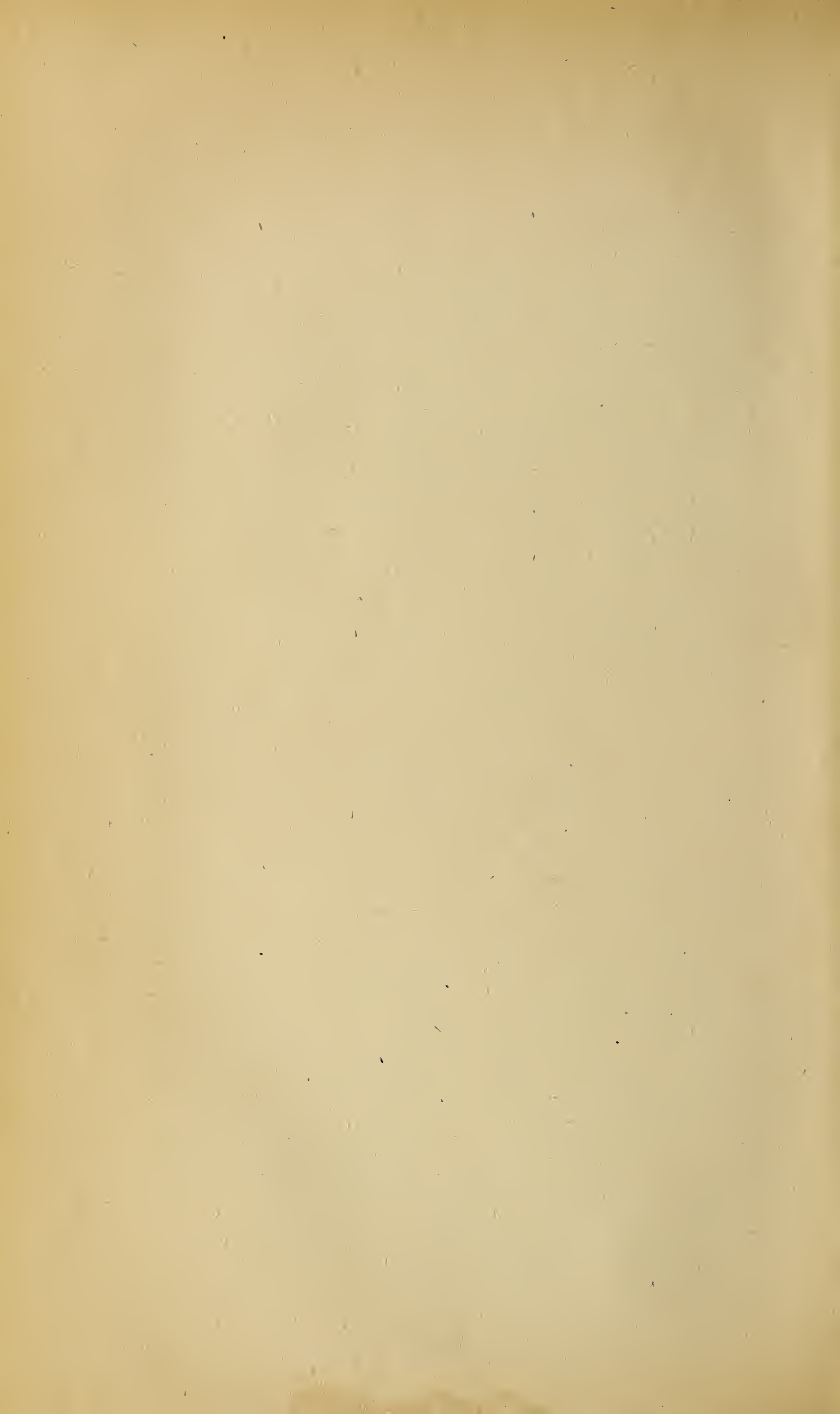












Sitzungsberichte und Abhandlungen

der

Naturforschenden Gesellschaft zu Rostock

Dritte Folge — Band IV 1932/34

Organ der Naturforschenden und Medizinischen Gesellschaft zu Rostock

Im Auftrage der Gesellschaft herausgegeben von

Professor L. Will



Carl Hinstorffs Verlag · Rostock
1934

Tauschsendungen werden erbeten:

An den

Sekretär der Naturforschenden und Medizinischen Gesellschaft

Rostock (Deutschland)

Zoologisches Institut

SITZUNGSBERICHTE UND ABHANDLUNGEN DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT ZU ROSTOCK



SITZUNGSBERICHTE UND ABHANDLUNGEN

DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT ZU ROSTOCK

DRITTE FOLGE — BAND IV 1932/34

ORGAN DER NATURFORSCHENDEN UND MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT ZU ROSTOCK

IM AUFTRAGE DER GESELLSCHAFT
HERAUSGEGEBEN VON
PROFESSOR L. WILL



CARL HINSTORFFS VERLAG / ROSTOCK 1934

Für den Inhalt der Arbeiten sind die Autoren allein verantwortlich.

Inhalt.

Seite

1. Übersicht der von Oktober 1932 bis Oktober 1934 gehaltenen Vorträge . . . . VII—VIII
2. Will, L.: Vorläufer der Naturforschenden und Medizinischen Gesellschaft 1
3. Freerksen, Enno: Warum sind die roten Blutkörperchen der Säuger verschieden groß? 5
4. Hertwig, Günther: Die dritte Reifeteilung in der Spereniogenese von Mensch und Katze etc. . . . 7
5. Jores, A.: Über das Melanophorenhormon . . 10
6. Friederichs, K.: Licht und Insektenentwicklung II 18
7. Correns, Carl W.: Untersuchungen an Tonen . 30
8. Curschmann, Hans: Untersuchungen der heilklimatischen Forschungsstation Warnemünde 1932 36
9. Winkler, W. F.: Rassemischung als Krankheitsursache 44
10. Schott, Wolfgang: Die jüngste Vergangenheit des aequatorialen Atlantischen Ozeans auf Grund von Untersuchungen an Bodenproben der „Meteor“-Expedition 48
11. Weyer, Fritz: Über die Anophelen Mecklenburgs, insbesondere die Verbreitung des Rassen . . . 59
12. Schlottke, Egon: Histologische Beobachtungen über die intrazelluläre Verdauung bei Dendrocoelum lacteum (Müll.) und Euscorpius carpathicus (L.) . 76



Uebersicht

über die von Oktober 1932 bis Oktober 1934 in der Naturforschenden und Medizinischen Gesellschaft zu Rostock gehaltenen Vorträge.

1932.

27. Oktober: Fröhlich, Fr. W.: Über die Entstehung des Farbenkontrastes.

10. November: Freerksen: Warum sind die Blutkörperchen der Säugetiere verschieden groß?
Hartwig, G.: Das Befruchtungs- und Vererbungsproblem im Lichte der quantititiven Zellforschung.

24. November: Festsitzung zur Feier des 50jährigen Bestehens.
Walden, P.: Der Wandel des chemischen Weltbildes im Lauf des letzten Halbjahrhunderts.

1933.

20. Januar: Correns, Carl W.: Untersuchungen an Tonen.

2. Februar: Kunze: P.: Die Kosmische Strahlung.

14. Februar: Röpke, W.: Die Bedeutung der Stereophotogrammetrie für die Geographie.

18. Mai: Curschmann, H.: Neue Untersuchungen der heilklimatischen Forschungsstation Warnemünde.

1. Juni: Bauch, R.: Bastardisierungen zwischen bipolar- und multipolar-sexuellen Brandpilzen.

22. Juni: Jores, A.: Bildungsstätte und Funktion des Pigmenthormons beim Menschen.
Keeser, E.: Zur Wirkungsweise des Morphins.

23. November: Winkler, W.: Rassenmischung als Krankheitsursache.

Elze, Curt: Von anatomischer Präparierkunst. Mit Ausstellung neuer Präparate des anatomischen Instituts.

7. Dezember: Schlottke, E.: Die Beeinflußbarkeit der schwarzen Pigmentierung bei Insekten durch Änderung der Sauerstoffspannung.

1934.

1. Februar: v. Guttenberg, H.: Neue Versuche über die Wirkung des Wuchsstoffes (Auxin).

15. Februar: Comberg, W.: Einiges über den Accommodationsvorgang des menschlichen Auges mit Demonstration in Natura.

Schlottke, E.: Intrazelluläre Verdauung bei Tieren.

1. März: Schott, W.: Die jüngste Vergangenheit des aequatorialen Atlantischen Ozeans auf Grund von Untersuchungen an Bodenproben der „Meteor"-Expedition.

17. Mai: Caesar: Über die Wirkung des Melanophorenhormons im Froschauge.

Schroff: Über hormonale Verschiebungen in Hypophyse und Auge mit dem Wechsel zwischen Licht und Dunkelheit.

Jores, A.: Prinzipielle Bemerkungen zur Hypophysen-Hormonforschung.

5. Juli: Erhardt: Chemotherapeutische Untersuchungen an der Opisthorchiasis.

24. Juli: Wachholder, K.: Vorführung eines Filmes über die Herztätigkeit (aus dem Breslauer physiol. Institut hervorgegangen).

Vorläufer der Naturforschenden und Medizinischen Gesellschaft zu Rostock.

Von **L. Will.**

Zum Druck eingereicht am 10. November 1932.

Anscheinend waren die Begründer unserer Naturforschenden und Medizinischen Gesellschaft in dem Glauben, mit dieser Gesellschaft etwas für Rostock absolut Neues geschaffen zu haben — allein es hat schon früher einmal eine Gesellschaft gleichen Namens und, wenn nicht mit den gleichen, so doch mit ähnlichen Zielen in Rostock bestanden, die am 1. Juli 1800 in Rostock gegründete

„Mecklenburgische Naturforschende Gesellschaft“

oder

„Societas Physica Megapolitana“,

wie sie sich auf ihrem Siegel nannte. Jedenfalls fand sich bei den Akten unserer heutigen Gesellschaft kein Hinweis auf ihre Vorgängerin. M. Braun[1]) ist, soviel mir bekannt, das erste Vereinsmitglied, welches auf die Präexistenz dieser alten Gesellschaft aufmerksam macht. Von ihren Begründern werden genannt Friedrich Link, Professor für Naturgeschichte, Chemie und Botanik zu Rostock, und Magister Adolf Christian Siemssen, zugleich langjähriger Sekretär der Gesellschaft. Von des letzteren zahlreichen Schriften interessiert uns eine 64 Seiten umfassende Abhandlung[2]) „Über die sicherste Befestigung und nutzbarste Bepflanzung der Dünen zu Warnemünde etc.“, weil sie bei der allgemeinen Versamm-

1) M. Braun: Zoologie, vergl. Anatomie etc. bei den Universitäten Bützow und Rostock seit 1775. Rostock, Adlers Erben. 1891. S. 17. Daselbst auch die Literatur. Weitere Literatur in: Raabe: Volkskunde, 1. Aufl., Bd. 2, 1863.
2) Gedruckt in Adlers Offizin (ohne Jahr).

 Als Sonderdruck ausgegeben am 3. Dezember 1932.

lung der Naturforschenden Gesellschaft am 5. Januar 1803 vorgelesen wurde. Die Schrift wurde durch Zufall bei einem hiesigen Antiquar gefunden und der hiesigen Universitäts-Bibliothek überwiesen.

In dem § 1 ihrer am 1. Juli 1800, dem Gründungstage der Gesellschaft, im Druck herausgegebenen „Allgemeinen Statuten“[3]) wird als Zweck dieser Gesellschaft bezeichnet, „die Naturgeschichte von Mecklenburg“ nach allen ihren Zweigen, in der weitläufigsten Bedeutung genommen, zu bearbeiten, auch eine Sammlung von Naturprodukten, vorzüglich von Mecklenburg und den benachbarten Gegenden anzulegen“. Dieser letztere Zweck ist durchaus nicht als ein nebensächlicher zu betrachten. Denn vom Ende des 18. durch die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts bildet die Begründung einer Naturaliensammlung an der Rostocker Universität einen Gegenstand allgemeinen Interesses, vom Landesfürsten bis herab zu den Rostocker Bürgern, die sich durch Stiftung von Sammlungsgegenständen verdient machten. So hat denn auch unsere alte mecklenburgische Naturforschende Gesellschaft es als die eine Seite ihrer Aufgaben angesehen, eine eigene Naturaliensammlung anzulegen, die sich nach § 19 der Statuten in einem Zimmer des Rostockischen Anatomiegebäudes (damals auf dem Alten Markt) befand und deren Aufsicht und Pflege speziell dem Sekretär oblag.

Die Gesellschaft bestand außer den ordentlichen Mitgliedern aus dem nicht in Rostock ansässigen Korrespondenten, aus Ehrenmitgliedern und einem Präsidenten. Als Präsidenten werden genannt der Vizekanzler von Both und nach ihm der Professor Dr. Röper. Durch den schon erwähnten Zufall fiel mir auch ein Diplom aus dem Jahre 1839 in die Hände, in dem der durch seine Verdienste um die Zelltheorie berühmte Botaniker Schleiden zum korrespondierenden Mitglied der Gesellschaft ernannt wird. Unterschrieben ist das Schriftstück von v. Both als Präsidenten und von Karsten als Sekretär.

3) Ohne Angabe der Druckerei. In der Rostocker Universitäts-Bibliothek vorhanden.

Von den Sitzungen, die monatlich in der Wohnung des jeweiligen Präsidenten stattfanden und an denen nur ordentliche Mitglieder teilnehmen durften, wurden Quartalssitzungen unterschieden, die auch den Korrespondenten und Ehrenmitgliedern zugänglich waren und in denen der Präsident eine Abhandlung „vorzulesen“ hatte.

Die Publikationstätigkeit der Gesellschaft scheint nur von geringem Umfang gewesen zu sein. Die Sitzungsberichte erschienen vorwiegend in Tagesblättern, wie den Rostocker neuen gemeinnützigen Aufsätzen f. d. Stadt- u. Landmann, den Meckl. gemeinnützigen Blättern, die in Parchim herauskamen, sowie den Neuen Strelitzischen Anzeigen. Zitiert finde ich sieben Nummern „Nachrichten“ aus den Jahren 1806 bis 1810, sowie die Auszüge aus den „Verhandlungen der Mecklenburgischen Naturforschenden Gesellschaft“, 1. Heft, Rostock, 1837, welches nicht mehr als 22 Seiten umfaßt und auch das einzige geblieben zu sein scheint. In Bezug auf den Inhalt ist die Publikation so unbedeutend, daß ich von einer Wiedergabe desselben Abstand nehmen kann.

Wo ist die alte Mecklenburgische Naturforschende Gesellschaft geblieben? Raabe gibt in seiner „Volkskunde“ aus dem Jahre 1863 für sie noch 11 Mitglieder und 85 Korrespondenten an, aber von Lebensäußerungen der Gesellschaft erfahren wir nichts mehr. Sie ist wahrscheinlich sang- und klanglos zu Grunde gegangen, vermutlich infolge der Konkurrenz einer anderen Gesellschaft mit verwandten Zielen, die inzwischen aufgeblüht ist.

Es ist dies die am 24. Mai 1819 gegründete „Philomathische Gesellschaft“, zunächst rein akademischen Ursprungs, sich aber schnell auf alle gebildeten Kreise der Stadt ausdehnend. Gründer waren Männer, die auch hervorragend an der alten Naturforschenden Gesellschaft beteiligt waren, wie Professor Flörke, Dr. Karsten und besonders Dr. Siemssen, der sich um die Gesellschaft ein besonderes Verdienst erwarb, als im Jahre 1824 ein „Mißverständnis in der Direktion“ den Bestand der Ge-

sellschaft gefährdete. Die Geschichte der Gesellschaft ist in umfänglicher Weise von G. Kohfeldt[4]) bearbeitet worden, so daß ich in jeder Beziehung auf ihn verweisen kann und hier dieser Arbeit nur einige uns besonders interessierende Punkte zu entnehmen brauche. Wenn diese Gesellschaft auch alle Wissenschaften umfassen will, so bilden doch auch bei ihr die Naturwissenschaften den weitaus umfangreichsten Gegenstand ihrer Verhandlungen. Aber diese Gesellschaft erhebt nicht den Anspruch auf Forschung, sondern sie will populär im besten Sinne sein, will belehren und unterhalten und ist überdies stets bemüht, auch auf den praktischen Nutzen wissenschaftlicher Erkenntnisse hinzuweisen.

So ist es nicht wunderbar, daß die Philomathische Gesellschaft sich bald einer großen Beliebtheit in der Rostocker Bevölkerung erfreute, so daß sie in den beiden letzten Jahrzehnten ihres Bestehens dauernd zwischen 200 und 220 Mitgliedern zählte, was bei einer Einwohnerzahl von noch nicht 30 000 schon etwas heißen will. Ebenso wenig wunderbar ist es aber auch, daß diese glänzende Entwicklung die nur auf Akademiker angewiesene alte Naturforschende Gesellschaft ersticken mußte.

Aber auch die Tage der Philomathischen Gesellschaft waren gezählt. Ihr 25 jähriges Stiftungsfest konnte sie noch feiern, aber das 50 jährige erlebte sie nicht mehr. Im Jahre 1869 führt das Rostocker Adreßbuch sie zuletzt mit noch 212 Mitgliedern auf, dann aber ist sie plötzlich ebenso spurlos verschwunden, wie vorher die alte Naturforschende. Hat die neue Zeit, die nach dem 70 er Kriege anbrach, sie hinweggefegt?

Jedenfalls war damit nach der Reichsgründung und der Konsolidierung der Verhältnisse die Bahn frei für einen neuen Verein naturwissenschaftlicher Richtung, für unsere jetzige Naturforschende Gesellschaft.

---

4) G. Kohfeldt, Aus der Geschichte älterer Rostocker Vereine und Gesellschaften. In: Beiträge zur Geschichte der Stadt Rostock, Bd. 12, Rostock 1924.

Aus dem Anatomischen Institut Rostock.

Warum sind die roten Blutkörperchen der Säuger verschieden groß?

Von Enno Freerksen.

Vorgetragen auf der Sitzung am 10. November 1932.

Bei der Durchsicht der Literatur über dieses Gebiet findet man, daß entweder der Versuch gemacht wird, die Erythrozytengrößen in Zusammenhang mit der Körpergröße des betreffenden Tieres zu bringen, oder man macht — besonders in der neuesten Zeit — funktionelle Beanspruchung für die Größenbildung der Erythrozyten verantwortlich.

Bei der Messung der Erythroblasten vom Meerschweinchen, Kaninchen und Ratte fand ich, daß die Kerne dieser Zellen sich in Klassen einordnen lassen, deren Volumina sich wie 1 : 2 : 4 : 8 zu einander verhalten. Und zwar finden sich in den blutbildenden Organen des Embryos drei Erythroblastenklassen, beim erwachsenen Tier wurden von diesen die beiden größten nicht mehr gefunden, es kam aber eine neue, kleinere Klasse hinzu, so daß also die Blutbildung beim Embryo von drei Arten von Blutbildungszellen ausgeht, beim erwachsenen Tier von zwei Klassen aus.

Bei variationsstatistischer, kurvenmäßiger Darstellung der Erythrozytengrößen findet man beim Embryo eine dreigipflige, beim erwachsenen Tier eine zweigipflige Kurve. Stellt man Erythroblasten und Erythrozyten klassenweise zu einander in Beziehung, so kommt man zu folgender Aufstellung:

 Als Sonderdruck ausgegeben am 3. Dezember 1932.

Erythroblasten K4 — K4 Erythrozyten Erythroblasten K3 — K3 Erythrozyten	— Embryo
Erythroblasten K2 — K2 Erythrozyten Erythroblasten K1 — K1 Erythrozyten	— erwachsen

Es entspricht also immer die Anzahl der Erythroblastenklassen der Anzahl der Erythrozytenklassen. Es konnte weiter ermittelt werden, daß, ebenso wie die Erythroblastenklassen in dem konstanten Volumverhältnis 1 : 2 zu einander stehen, auch das Verhältnis, in dem die Erythrozyten in Bezug auf ihre Oberfläche zu einander stehen, konstant ist. Dabei ist der Vergrößerungsquotient immer 1,3, d. h. Multiplikation des Wertes für die Oberfläche eines Blutkörperchens aus einer beliebigen Klasse ergibt immer den Wert für die nächst höhere Klasse. Es ist damit erwiesen, daß nur die Größe der Erythroblasten verantwortlich gemacht werden kann, für die Größe der Erythrozyten, die aus ihnen entstehen.

Zahlreiche eigene Experimente zeigten mir, daß funktionelle Beanspruchung die Größe des roten Blutkörperchens nicht ändern kann. Die Veränderung des Blutbildes in Bezug auf die Verteilungsart der verschieden großen Erythrozyten wird allein dadurch hervorgerufen, daß der Organismus je nach Bedarf mehr Erythrozyten von der einen oder der anderen Klasse ausschwemmen kann.

Aus dem Anatomischen Institut Rostock.

Die dritte Reifeteilung in der Spermiogenese von Mensch und Katze

und ihre experimentelle Auslösung im Hoden der mit Prolan vorbehandelten jugendlichen Ratte.

Von **Günther Hertwig.**

Vorgetragen in der Sitzung am 10. November 1932.

Die von mir in der Sitzung vom 11. Februar 1932 aufgeworfene Frage: „Gibt es in der Spermiogenese des Menschen eine dritte Reifeteilung?" konnte mit Hilfe der Präparate, welche mir die Herren M. Heidenhain, H. Stieve und H. Voß zur Verfügung stellten, in positivem Sinne beantwortet werden. Gleichzeitig glückte mir bei der Katze derselbe Nachweis. Aufmerksam geworden durch die beim Kater ebenso wie beim Menschen auffallende Kleinheit der Samenfäden studierte ich an lebendfrisch in verschiedener Weise konserviertem Material die Katzenspermiogenese und fand, daß hier ebenso wie beim Menschen regelmäßig drei Reifeteilungen ablaufen, wodurch aus 1 Spermiocyte → 2 Praespermiden → 4 Praespermiden II, wie ich sie nenne, und schließlich 8 Spermiden gebildet werden.

Beim Studium der Präparate des Herrn Dr. H. Boeters, welche mir dieser freundlichst zur Verfügung stellte, fand ich bei der jugendlichen Ratte, welche zuvor mit mehrfachen Prolaninjektionen behandelt worden war, ebenfalls eine dritte Reifeteilung. Wie Boeters gefunden und veröffentlicht hat (Virchows Archiv 280, 1931), bewirkt Prolan bei mittleren Gaben „am kindlichen und jugendlichen Ratten-

 Als Sonderdruck ausgegeben am 3. Dezember 1932.

hoden eine Entwicklungserregung und -beschleunigung. Das lebhaftere Zellgeschehen findet seinen objektiven Ausdruck in der Vermehrung der Mitosenzahl und der Bildung von Spermiocyten und Spermiden. Die Spermienbildung ist jedoch in keinem Fall gefördert". Der scheinbare Widerspruch: vermehrte Reifeteilungen und doch keine frühzeitigere Samenbildung findet durch meine Entdeckung folgende Lösung: Das Prolan als Mitosereiz löst eine dritte Reifeteilung aus, die sonst bei der Rattenspermiogenese, die normalerweise zwei Reifeteilungen besitzt, nicht vorkommt. Hierdurch wird die Zahl der Mitosen erhöht, die Zahl der Spermiden verdoppelt; diese sind aber abnorm klein und vermögen sich deshalb nicht in Samenfäden umzubilden.

Der Nachweis der drei Reifeteilungen geschah in allen drei Fällen auf folgenden Wegen:

1. Bestimmung des Plasmavolumens der Zellen auf dem Monasterstadium der Reifeteilungen. Es finden sich drei verschieden große Sorten, deren Plasmavolumina sich verhalten wie 4 : 2 : 1.
2. Das Volumen der größten Reifeteilungszellen ist identisch mit demjenigen der Spermiocyten am Ende der Wachstumsperiode, dasjenige der kleinsten ist doppelt so groß als das Plasmavolumen der Spermiden. Daraus ergibt sich weiter, daß das Plasmavolumen der ausgewachsenen Spermiocyten sich zu demjenigen der Spermiden wie 8 : 1 verhält.
3. In den Kanälchen mit Reifeteilungen finden sich außer den Spermiogonien- und Sartolikernen 4 Sorten von Kernen, deren Volumina sich verhalten wie 8 : 4 : 2 : 1. Das größte Volumen war dasjenige der Spermiocytenkerne, das kleinste dasjenige der Spermidenkerne. Die beiden mittleren Volumina müssen also notwendigerweise zwei Zwischengenerationen, den Praespermiden erster und zweiter Ordnung, zugehören.

Damit ist der Nachweis der drei Reifeteilungen erbracht. Die Spermiogenese verläuft beim Menschen, bei der Katze und bei der mit Prolan behandelten jugendlichen Ratte nach fol-

gendem Schema: Spermiocyten — 1. Reifeteilung — Praespermiden I — 2. Reifeteilung — Praespermiden II — 3. Reifeteilung — Spermiden.

Die ausführliche Arbeit mit Photogrammen der durch ihre Größe verschiedenen drei Reifeteilungen ist in der Zeitschrift für mikroskopisch-anatomische Forschung in Druck gegeben.

Ueber das Melanophorenhormon.

Von **A. Jores.**

(Vorgetragen in der Sitzung am 8. Dezember 1932.)

Swingle (1921) sowie Hogben und Winton (1922) fanden, daß die Hypophyse ein Hormon enthält, das die das Melanin tragenden Zellen der Amphibien zur Ausbreitung bringt und damit die Adaption der Tiere an den Untergrund und die Umgebung bewirkt. Daß diesem Stoff der Hypophyse für diesen Vorgang eine wirkliche Bedeutung zukommt, geht aus den weiteren Untersuchungen von Hogben und Winton hervor, die zeigten, daß bei dem hypophysenlosen Frosch eine Dunkelfärbung ausbleibt. Es fand sich dann weiter, daß das Adrenalin als Antagonist wirkt, indem es die Melanophoren zur Kontraktion bringt.

Die weiteren Untersuchungen über den Mechanismus der Untergrund-Adaption bei den verschiedenen Tierarten haben dann ergeben, daß auch nervöse Reize eine wichtige Rolle für die Ausbreitung der Farbstoffzellen darstellen. So gehen nervöse wie humorale Beeinflussung ineinander über, doch überwiegt bei den Fischen z. B. die nervöse Regulierung, während bei den Amphibien, insbesondere beim Frosch, die humorale die Hauptrolle spielt. Vom Säugetier wissen wir, daß der die Melanophoren zur Ausbreitung bringende Stoff auch in der Säugetierhypophyse vorkommt, welche Funktionen er hier hat, ist noch ungeklärt. Allerdings gingen die meisten Untersucher, die sich mit dem Hormon auch beim Menschen beschäftigt haben, von der keineswegs bewiesenen Annahme aus, daß es sich gar nicht um ein isoliertes Hormon

Als Sonderdruck ausgegeben am 30. Januar 1933.

handle, sondern daß es nur ein Effekt des bzw. der Hypophysenhormone sei. Die Bildung des Stoffes im Zwischenlappen der Hypophyse kann für die niederen Tiere als gesichert gelten, ob es auch beim Menschen in dem so rudimentären Zwischenlappen gebildet wird, muß einstweilen noch offen bleiben. Doch spricht die Tatsache, daß sich das Hormon aus den Partien des Zwischenlappens, z. B. der Rinderhypophyse, am reichlichsten extrahieren läßt (B. Zondek u. Krohn), auch hier für seine Bildung im Zwischenlappen.

Während die bisherigen Untersuchungen über das Vorkommen des Hormons beim Menschen mit dem Frosch bzw. der isolierten Froschhaut als Testmethode vorgenommen wurden, benutzten B. Zondek und Krohn in ihren kürzlich publizierten Arbeiten die Elritze. Sie kamen mit diesem Testobjekt zu zum Teil recht abweichenden Ergebnissen von den bisherigen Befunden, insbesondere über das Vorkommen des Hormons im menschlichen Organismus. Hier hatten Untersuchungen von Trendelenburg gezeigt, daß der Suboccipitalliquor das Hormon enthält, der Lumballiquor selten. Krogh und Mc. Lean und in letzter Zeit auch Dietel, fanden das Hormon im Blut, Befunde, denen andere negative Ergebnisse (Trendelenburg, Erhard) entgegenstehen. Bei der Elritze wird die Anpassung an den Untergrund, wie überhaupt bei den Fischen, durch nervöse Reize bewirkt, nur die Ausbreitung der einen roten und gelben Farbstoff tragenden Zellen untersteht einer rein humoralen Regulation (Abolin, Giersberg). Diesen Effekt — die Ausbreitung der roten Farbzellen, die gleichbedeutend ist mit der Auslösung des Hochzeitskleides — benutzten B. Zondek und Krohn als Testmethode. Wie ich in Untersuchungen, auf die später noch kurz eingegangen werden soll, zeigen konnte, sind die beiden Testmethoden (Froschhaut und Elritze) nicht identisch und der Mechanismus ein etwas verschiedener. Das geht z. B. unter anderem aus der schon bekannten Tatsache hervor, daß Adrenalin auf die Erytrophoren der Elritze nicht als Antagonist (Giersberg) wirkt.

Die eigenen Untersuchungen wurden an der isolierten Froschhaut in Anlehnung an die Methode von Trendelenburg vorgenommen. Auf die Methodik soll hier in Einzelheiten, da es zu weit im Rahmen dieses Vortrages führen würde, nicht eingegangen werden. Es ist nur notwendig, auf einige bis dahin noch nicht bekannte Tatsachen hinzuweisen. Der Grad der Empfindlichkeit gegenüber dem Hormon einer jeden Froschhaut ist individuellen Schwankungen unterworfen, während ein und dieselbe Froschhaut recht gleichförmig reagiert. Abgesehen von den individuellen Schwankungen gibt es noch jahreszeitliche Schwankungen. Im Hochsommer ist die geringste Empfindlichkeit, im Winter die höchste. Bezogen auf Vögtlin Standard fand ich z. B., daß der Vögtlin Standard im Sommer bis zu einer Grenzkonzentration von 1 : 1000, im Winter bis zu 1 : 300 000 wirksam ist. Von B. Zondek und Krohn wird als Haupteinwand gegen die Methode die Tatsache geltend gemacht, daß es eine ganze Reihe von unspezifischen Reaktionen gibt. Das ist zweifellos richtig, insbesondere üben eine ganze Reihe der Stoffe, die pharmakologisch in die Gruppe der Alkaloide gehören, derartige unspezifische Reize aus. Doch spricht diese Tatsache als solche nicht gegen die Brauchbarkeit einer biologischen Methode. Wichtiger ist es, diese unspezifischen Reize zu kennen, um sie vermeiden zu können. Das ist bei dem Austitrieren von Hypophysenextrakten unschwer möglich. Falls es sich jedoch um den Nachweis des Hormons in unbekannten Lösungen oder Körperflüssigkeiten handelt, werden wir verlangen, daß der die Melanophorenreaktion auslösende Stoff auch die sonstigen chemischen Eigenschaften des Hormons aufweist. Auch andere biologische Testobjekte zeigen eine große Zahl von unspezifischen Reaktionen. So sei nur an den isolierten Uterus und seine Erregbarkeit durch Histamin, durch die Gerinnungsgifte etc. erinnert; und trotzdem wird dieses Testobjekt zur Einstellung der im Handel befindlichen Hinterlappenpräparate verwandt. Es wäre unnötig, auf diesen Gegenstand so weit einzugehen, wenn die von B. Zondek und Krohn angegebene Methode dazu in der

Lage wäre, die Froschhautmethode voll und ganz zu ersetzen. Das ist aber nicht möglich. In erster Linie wegen des großen Unterschiedes in der Empfindlichkeit. Wenn wir die Wirkung des Vögtlin Standards auf Elritze und Froschhaut prüfen, so finden wir als Grenzkonzentration auf die Ellritze 0,1 ccm 1 : 20 wirksam, auf die Froschhaut hingegen in der für die Versuche ungünstigsten Jahreszeit, wie oben ausgeführt, noch eine Verdünnung von 1 : 1000.

Mit der Methode an der isolierten Froschhaut stellte ich folgende Eigenschaften des Hormons fest. Der Stoff wird durch stärkeres Alkali und stärkere Säure zerstört, ebenso durch Oxydationsmittel wie H_2O_2 und $KMnO_4$. Mit Sulfosalicylsäure geht er nicht in Fällung, hingegen mit Ammonsulfat. An Tierkohle ist er sehr leicht adsorbierbar, ebenso wird er bei der Ultrafiltration nahezu vollständig an die Membran adsorbiert. In Aceton, Chloroform und Äther ist er unlöslich, in Alkohol löslich und zwar in 100 % zu 40 %, in 70 % zu 80—90 %. Im Gegensatz hierzu steht der Befund von B. Zondek und Krohn, die als Optimum eine Löslichkeit von 50 % in absolutem Alkohol fanden. Der Unterschied dieser Befunde dürfte in der Verschiedenheit der verwandten Testmethoden beruhen. Besonderheiten weist das Hormon in seinem Verhalten gegenüber schwachem Alkali auf. Nach Behandeln mit Alkali in einer Konzentration, die n/10 NaOH entspricht, tritt bei den üblichen sauren Hypophysenextrakten, wie bei allen Handelspräparaten, eine Wirkungssteigerung bis zu 60 % auf. Es gelingt so ohne Schwierigkeiten, aus der Hypophyse durch Extraktion des Acetontrockenpulvers mit n/10 NaOH eine Lösung zu gewinnen, die nur noch das Melanophorenhormon in wirksamer Form enthält, wodurch der Beweis erbracht ist, daß es sich um einen chemisch differenten Stoff handelt, der mit den übrigen Hinterlappenhormonen nichts zu tun hat.

Diese Wirkungssteigerung der sauren Extrakte nach Behandeln mit Alkali gilt nur für die Melanophoren des Frosches, die Erythrophoren der Elritze zeigen hingegen eine etwas schwächere Reaktion. Dieses entgegengesetzte

Verhalten schien aus mancherlei Gründen so wichtig, daß ich die Verhältnisse durch eine eigens darauf gerichtete Untersuchung gemeinsam mit Lenssen noch etwas näher zu klären suchte. Die Wirkungssteigerung konnte zweierlei Ursachen haben, einmal war die Zerstörung einer hemmenden Substanz möglich und zum anderen eine Änderung am Hormon selbst. Es gelang der Nachweis, daß in dem Vögtlin Standard eine hemmende Substanz vorhanden ist, in anderen Extrakten, so z. B. auch in einem nach Zondek und Krohn durch Extraktion aus dem Vorderlappen und Alkoholextraktion gereinigten Präparat ist eine solche hemmende Substanz nicht nachweisbar. Auch diese Präparate wiesen eine Wirkungssteigerung auf, die damit auf eine Änderung am Hormon selbst bezogen werden muß. Von Hogben und Gordon, die als erste die Wirkungssteigerung der Melanophorenkomponente der Hinterlappenextrakte nach Behandeln mit Alkali feststellten, stammt die Annahme, daß das Blutdruckprinzip, das durch die Alkalibehandlung zerstört wird, eine Hemmung ausübt. Diese Annahme ist nicht richtig, da z. B. das Tonephin, das 5 V.E. i. ccm enthält, prozentual nach Alkalibehandlung nicht stärker auf die Melanophoren wirkt als der Vögtlin Standard mit 2 E. i. ccm. Die Annahme, daß nach der Behandlung mit Alkali das Hormon in wirksamerer Form vorliegt, wird weiter bestätigt durch die Tatsache, daß es gegenüber dem Licht andere Eigenschaften aufweist, als das Hormon in saurer Form.

B. Zondek und Krohn berichteten schon darüber, daß das Hormon durch ultraviolettes Licht zerstört wird. Nach meinen Untersuchungen ist es nicht nur das ultraviolette Licht, das in verhältnismäßig kurzer Zeit zerstört, sondern auch der kurzwellige Anteil des sichtbaren Spektrums bis zum Grün hin hat diese Eigenschaft. Das Hormon in den üblichen sauren Extrakten ist überhaupt sehr unbeständig, worauf schon Krogh hinwies. Nach der Behandlung mit Alkali hingegen wird das Hormon nur noch durch Licht von einer Wellenlänge von 250—210 $\mu\mu$ zerstört, das ist der letzte Bereich des von der üblichen Höhensonne ausgesand-

ten Spektrums. Gegenüber den anderen Lichtarten ist es weitgehend resistent und damit in seiner alkalischen Form sehr viel besser haltbar. Es handelt sich bei der alkalischen Form nicht um die Reaktion des Lösungsmittels, sondern um eine Änderung am Hormon selbst, die Änderung ist irreversibel.

Die Tatsache des anderen Verhaltens gegenüber dem Licht stützt die Auffassung, daß nach Behandeln mit Alkali das Hormon erst in seiner aktiven Form vorliegt. Die Beobachtung, daß die Erythrophoren der Elritze stärker auf das Hormon in saurer Form reagieren zeigt deutlich, daß hier offenbar ein prinzipieller Unterschied zwischen Melanophoren des Frosches und Erythrophoren der Elritze vorliegt und daß damit die von B. Zondek und Krohn erhobenen Befunde mit denen an den Melanophoren des Frosches erhobenen Befunden nicht ohne weiteres vergleichbar sind.

Meine weiteren Untersuchungen beschäftigen sich nun mit der Frage, ob das Hormon im menschlichen Blute vorkommt. Vollblut sowie Plasma üben direkt zugesetzt, worauf Trendelenburg schon hinwies, eine Hemmung der Reaktion aus. Nur im Herbst (Oktober und November) habe ich auch direkte Reaktionen gesehen. Wenn man das Hormon im Blute nachweisen wollte, mußte man also versuchen, diese hemmende Substanz zu beseitigen. Nach einigen Irrwegen gelang dies auf folgende Weise: Blutplasma wurde mit Aceton gefällt, die Fällung mit Essigsäure extrahiert, dann die Lösung neutralisiert und eingedampft. Der Rückstand wurde mit Alkohol extrahiert, der Alkohol (100 %) verdampft und der Rückstand in Froschringer gelöst. Die Lösung wurde noch mit Sulfosalicylsäure enteiweißt und neutralisiert. Diese Lösung übte eine positive Melanophorenreaktion aus und der Stoff, der diese Reaktion bewirkte, zeigte alle z. Zt. bekannten Eigenschaften des Hormons. D. h. er war durch schwaches Alkali nicht zerstörbar, hingegen durch starkes Alkali, starke Säure (10 % HCL und 10 % NaOH), durch Oxydationsmittel und durch ultraviolettes Licht von einer Wellenlänge von 250—210 μμ, er war an Tierkohle adsorbierbar. Es ist damit, soweit dies heute möglich ist, der Nachweis er-

bracht, daß zum mindesten ein dem Hormon ähnlicher Körper im menschlichen Blute vorkommt. Wichtig, insbesondere im Hinblick auf die negativen Befunde von B. Zondek und Krohn, ist die Tatsache, daß es sich offenbar um das Hormon in der Form handelt, wie sie nach Behandeln mit Alkali gewonnen wird. Die in 1 Liter Blut gefundene Menge beträgt etwa 0,5—1 M.E. Eine Melanophoreneinheit ist diejenige Menge, die in 0,5 ccm einer mit $n^1/_{10}$ NaOH gewonnenen Extraktion aus Vögtlin Standard Pulver enthalten ist, und entspricht der in 0,5 mg Acetontrockenpulver des Hypophysenhinterlappens enthaltenen Menge. Diese Menge liegt weit außerhalb des Empfindlichkeitsbereiches der Erythrophoren der Ellritze.

Durch meine Untersuchungen, über die im Vorhergehenden kurz berichtet wurde, wird also einmal in Übereinstimmung mit B. Zondek und Krohn der Nachweis erbracht, daß es sich bei dem Melanophorenhormon um ein von den übrigen Hypophysenhormonen zu trennenden Körper handelt, zum anderen, daß dieses Hormon im menschlichen Blute vorkommt. Es erhebt sich damit die weitere Frage nach der Funktion beim Menschen. Hierüber kann Sicheres noch nicht ausgesagt werden, es ergeben sich nur einige interessante Ausblicke, auf die ich noch hinweisen möchte.

Es ist zunächst wohl naheliegend anzunehmen, daß das Hormon auch für den Menschen mit den Pigmentationen in einem Zusammenhang steht und auch hier für den Pigmenttransport verantwortlich ist. Es wäre also einmal zu prüfen, ob sich bei Pigmentanomalien (Albinismus!) Störungen von seiten dieses Hormons finden. Für die Melanophoren des Frosches ist der Antagonismus zum Adrenalin bekannt. Bei Zerstörungen der Nebennieren ergibt sich das bekannte Bild der Addisonschen Erkrankung mit dem wichtigen Symptom der Pigmentationen, die in ihrer Ätiologie noch nicht geklärt sind. Vielleicht besteht auch beim Menschen ein Antagonismus zum Adrenalin, und die Pigmentationen beim Addison beruhen vielleicht darauf, daß bei dieser Erkrankung das Melanophorenhormon das Übergewicht erhält. Oder eine andere

Frage, die sich aufdrängt: bei der Dunkel-Adaption des Froschauges fand eine Pigmentwanderung statt, die durch das Melanophorenhormon ausgelöst wird und auch hier hat Adrenalin den entgegengesetzten Effekt und bewirkt eine Hellstellung des Pigmentes. Hat das Hormon vielleicht auch bei der Dunkeladaption des Säugetierauges eine Funktion und wird vielleicht die Bildung des Sehpurpurs dadurch veranlaßt? Diese Fragen ließen sich noch weiter vermehren, sie führen aber z. Z. noch etwas weit in das Gebiet der Hypothese. Ich habe sie zum Schluß meines Vortrages hier nur aufgezeigt, um zu zeigen, daß die Untersuchungen, über die hier berichtet wurde, keine rein theoretische Angelegenheit sind, sondern daß Ausgang und Ziel hier doch wieder die Aufgabe ist, die uns als Ärzte immer am meisten beschäftigt — der kranke Mensch.

(Über diese Untersuchungen wird ausführlich berichtet in der Z. f. exp. Med. und in der Endokrinologie.)

Licht und Insektenentwicklung.

Zweite Mitteilung: Einiges über experimentelle Beeinflussung der Generationenfolge von Pieris brassicae und anderen Insekten durch Aufzucht im Dunkeln.

Von **K. Friederichs.**

(Eingegangen bei der Redaktion am 7. März 1933.)

Im Jahre 1930 machte der Verfasser in Band 80 des „Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde", II. Abt., Mitteilung von Erfahrungen, die bei der Aufzucht von blattfressenden Raupen und Käferlarven gemacht wurden, wenn diese Versuchsobjekte bei verschiedenen Lichtgraden, in Dunkelheit und auch bei künstlichem Licht heranwuchsen. Es hatte sich u. a. gezeigt, daß Pieris brassicae sich in völliger Dunkelheit und bei künstlichem Licht normal bis zur Puppe entwickeln kann, und es kann jetzt hinzugefügt werden, daß die Aufzucht unter solchen Verhältnissen bis zur Imago möglich ist. Zugleich schien sich damals zu zeigen, daß dabei eine viel stärkere Sterblichkeit der Raupen statthatte als am Tageslicht, und daß um so mehr Raupen überlebten, je heller es war. Eine Wiederholung der Versuche im nächsten Jahre bestätigte aber eine solche schädliche Wirkung des Lichtmangels nicht. Da die betr. Zuchten durch den Pilz Entomophtora sphaerosperma dezimiert wurden, so konnte ein schlüssiges Resultat damit nicht erzielt werden. Gleichwohl muß schon jetzt konstatiert werden, daß bei den Versuchen im Jahre 1929 vermutlich Versuchsfehler das Ergebnis sehr beeinflußt haben, die schwer vermeidlich sind: insbeson-

Als Sonderdruck ausgegeben am 2. Mai 1933.

dere die Adelphophagie der Raupen. Um diese zu vermeiden, müßten die Raupen einzeln aufgezogen werden. Auch ist eine gleichmäßige optimale Temperatur (nach Klein 27°) erforderlich. Das hat noch nicht durchgeführt werden können, weil die Pilzseuche hierzulande schwer fernzuhalten ist, an der in der Natur gegen den Herbst regelmäßig fast alle Raupen dieser Art zugrunde gehen. Es darf aber nicht länger hinausgeschoben werden, festzustellen — was hiermit geschieht — daß eine erhöhte Mortalität der Raupen im Schatten, in der Dunkelheit usw. durch jene Versuche nicht bewiesen worden ist und die Frage einstweilen offen bleibt.

Bezüglich des Blattkäfers Melasoma aeneum wurde damals nur ausgesagt, daß er sich auch in der Dunkelheit und bei künstlichem Licht normal bis zur Imago entwickeln kann, daß aber bei den Eiern in der Dunkelheit eine sehr hohe Mortalität eintritt. Letzteres trat auch bei Wiederholung des Versuches 1931 ein:

	Anzahl der Eier am 10. 7.	Am 19. 7. waren daraus geschlüpft	Anzahl der Käfer am 4. 7.
Diffuses Licht	156	124 = 79,50 %	86 = 69,35 % d. Larven
Dunkelheit	150	53 = 36,00 %	40 = 75,47 % „ „

Durch die Erfahrungen mit Pieris sehr vorsichtig geworden, möchte ich dennoch die Entscheidung über die Mortalität der Eier nochmaliger Wiederholung des Versuches vorbehalten.

Im übrigen weist dieser Versuch und andere, die 1930 ausgeführt wurden, darauf hin, daß bei Larven und Puppen in der Dunkelheit oder bei Mangel an Licht keine erhöhte Sterblichkeit einzutreten scheint. Die ungünstige Wirkung einstrahlender Sonne, die 1929 festgestellt und als indirekt verursacht (Vertrocknen des Futters!) angesehen wurde, trat auch dann ein, wenn die Larven an Erlenbäumchen in Töpfen aufgezogen wurden, und zwar litten sowohl die Larven wie die Puppen. Dabei handelt es sich aber nicht um Lichtwirkungen, und dies alles wird hier nur einleitend erwähnt, um klarzustellen, daß die bisherigen Versuche die Frage der Bedeutung des Lichtes für die Sterblichkeit leider noch nicht gelöst haben. Es hat eher den Anschein gewonnen, daß der Lichtgrad dafür wenig oder keine Bedeutung hat.

Bekanntermaßen hat der Kohlweißling in Norddeutschland normalerweise zwei Generationen, und die Puppen der zweiten derselben, soweit sie die regelmäßig eintretende Entomophtora-Seuche verschont hat, überwintern. Weniger be-

kannt ist, daß in ungewöhnlich warmen Sommern eine dritte Generation entsteht, wie es z. B. 1932 der Fall war. Einzelne Raupen zweiter Generation verpuppen sich schon im August, und das Gros der Raupen ist gegen Ende August fast fertig entwickelt*). In diesem Falle nun gehen manche Puppen zu sofortiger Entwicklung über, und es gibt dann also einen dreimaligen Falterflug im Jahre und auch wohl eine dritte, kleine Raupengeneration, die aber zum Untergang verurteilt ist, da die Wärme des Restes der Vegetationsperiode nicht ausreicht, ihr die fertige Entwicklung bis zur Puppe zu gestatten. Immer aber ist es nur ein Teil der frühen Puppen, der sich subitan entwickelt, die übrigen überwintern. Diese Abweichung von der Regel, daß sämtliche Puppen der zweiten Generation überwintern, mag in besonders warmen Lagen, unabhängig von der Witterung, in jedem Jahre vorkommen. Beobachtet wurde diese schnelle Generationenfolge hier im Labor in folgendem Fall: Die Raupen wurden vor einstrahlender Sonne geschützt aufgezogen, aber die Temperatur war, der Außentemperatur entsprechend, warm. Sie blieben von dem Pilz verschont und verpuppten sich zu Anfang September. Aus den 32 Puppen schlüpften vom 12. bis 15. September 14 Falter aus. Es gelang, Nachzucht von diesen Faltern zu erhalten. Die Räupchen schlüpften in der Zeit vom 3. bis 8. Oktober aus. Sie wurden bei Zimmertemperatur aufgezogen und lieferten 27 Puppen, die als solche im Zimmer überwintern.

Der Rhythmus der Generationenfolge ist also selbst innerhalb einer Gegend nicht durchaus festgelegt, und in wärmeren Ländern ist die Zahl der Generationen des Kohlweißlings größer; in der Küstenebene Palästinas folgen ihrer

---

*) Daraufhin tritt dann auch die Entomophtora-Seuche früher als sonst ein oder bleibt (zufolge eines ausgesprochen kontinentalen, d. h. trocken-warmen Luftkörpers) aus. In 1932 gingen die erwachsenen Raupen nach reichlichen Niederschlägen um den 29. August innerhalb weniger Tage überall in Mecklenburg bis auf einen ganz kleinen Rest ein. Etwas später flogen vereinzelte frische Falter, aus ganz frühen Puppen stammend.

nach Bodenheimer nicht weniger als sechs aufeinander. Gleichwohl scheint es nicht so, daß der Entwicklungsmodus der Puppe eine Funktion der auf die Puppe einwirkenden Wärmemenge wäre. Es ist unseres Wissens nicht möglich, Herbstpuppen durch hohe Temperatur zu vorzeitiger Entwicklung zu bringen („zu treiben“). Wir kennen auch bisher keinen anderen Faktor, mit dem dies erreicht werden könnte. Wohl aber entwickelten sich in meinen Aufzuchten viele Herbstpuppen dann subitan, wenn die Raupe im Dunkeln aufgezogen wurde. Im Jahre 1930 wurden sämtliche Puppen zweiter Generation, die im Dunkeln aufgezogen waren und als Puppen im Dunkeln verblieben, schon im Herbst zum Falter, wenige Wochen nach der im Herbst stattgehabten Verpuppung. Alle am Licht aufgewachsenen und am Licht verbliebenen Puppen überwinterten als solche.

Bei Wiederholung des Versuchs im Jahre 1931 schlüpften aus 150 im Dunkeln herangewachsenen und im Dunkeln belassenen Puppen 42 Falter, der letzte davon am 29. September. Im Gegensatz zu dem 100prozentigen vorzeitigen Schlüpfen im Vorjahre waren es also nur 28 %, die sich subitan entwickelten. Auch von Puppen, die in schwachem künstlichen Licht aufgezogen waren, schlüpften einige schon im Herbst, nämlich 6 von 251 = 2,4 %. Dagegen wurde keine der am Tageslicht aufgewachsenen und weiter am Licht verbleibenden Puppen im Herbst zum Falter, sondern alle entwickelten sich latent.

Im Jahre 1932 gelangten von vielen einzeln aufgezogenen Raupen zweiter Generation zur Verpuppung: im Hellen 32, im Dunkeln 43. Bis auf einige, die anderweitig behandelt wurden, hielten wir dann diese Puppen im Thermostaten bei 27° unter denselben Lichtverhältnissen wie vorher. Die meisten gingen bald zugrunde; aus 7 am 31. Oktober im Hellkäfig noch lebenden war bis dahin kein Falter geschlüpft. Im Dunkelkäfig lebten am 31. Oktober noch 3, außerdem war nach nur 7tägiger Puppenruhe ein Falter geschlüpft. Der nicht bei 27° gehaltene Teil der Puppen, bei Zimmertempe-

ratur aufgewachsen, lag in dem um diese Jahreszeit sehr kühlen Raum, wo die Thermostaten stehen, teils hell, teils dunkel. Von 12 im Hellen liegenden Puppen waren am 31. Oktober noch 7 Puppen am Leben, keine davon hatte den Falter geliefert. Von den im Dunkeln waren zur gleichen Zeit noch 2 Puppen am Leben, außerdem war am 23. und 24. Oktober je ein Falter geschlüpft, und von den beiden noch übrigen Puppen enthielt die eine einen völlig ausgebildeten Falter.

Bei aller quantitativen Verschiedenheit der Ergebnisse in den drei Jahren weisen diese doch so deutlich in die gleiche Richtung, daß man vermuten muß, durch Dunkelheit den Entwicklungsmodus der zweiten Generation verändern zu können, indem die Dunkelheit einen mehr oder weniger großen Teil der Individuen im Herbst zu veranlassen scheint, den Weg der subitanen Entwicklung einzuschlagen. Konnte man bei den Versuchen von 1930 und 1931 noch an einen zufälligen Wärmeeinfluß auf die Puppe denken, so schließt das Ergebnis im Thermostatenraum, bei niedriger herbstlicher Temperatur, solche Vermutung aus. Die errechnete mittlere Temperatur in dem Raum, wo diese Puppen lagen, betrug während ihrer Puppenzeit (im September und Oktober):

1.— 7.	September:	16,2 °C		
7.—14.	„	16,1 „ „		
15.-20.	„	15,4 „ „	September: 15.1	Die Maximal-
22.—30.	„	12,8 „ „		temperaturen
1.—10.	Oktober:	10,7 „ „		lagen nicht
11.-20.	„	10,3 „ „	Oktober: 10,4	wesentlich höher
21. 31.	„	10,2 „ „		

Die Falter schlüpften bei einer Temperatur von 10—11°.

Es fragt sich weiter: Welches ist das sensible Stadium, in dem sich der Entwicklungsmodus entscheidet? Handelt es sich um einen Einfluß der Dunkelheit auf die Puppe oder auf die Raupe? Wegen der bereits erwähnten, im Material liegenden Schwierigkeiten sind die Versuche nicht soweit gediehen, daß sie eine sichere Grundlage für die Beantwortung jener Frage abgeben könnten. Überhaupt harrt offenbar in

Verbindung mit der wahrscheinlich gewordenen Veränderlichkeit des Entwicklungsmodus unter dem Einfluß der Dunkelheit ein ganzes Bündel von Fragen der experimentellen Bearbeitung. Des fragmentarischen Charakters dieser Mitteilungen wohl bewußt, möchte Verfasser mit der Veröffentlichung doch nicht länger zurückhalten und würde es begrüßen, wenn andere dadurch angeregt werden, dieses Thema aufzugreifen, das er anderer vordringlicher Aufgaben wegen nur wenig fördern kann.

Auch der Entwicklungsmodus der ersten Generation ist nicht durchaus festgelegt. Als 1931 viele Raupen erster Generation im Labor bei Zimmertemperatur unter verschiedenen Lichtverhältnissen aufgezogen wurden (von einstrahlender Sonne bis zur Dunkelheit), entwickelten sich nur diejenigen Puppen, die am vollen Sonnenlicht aufgezogen waren, subitan, und zwar sämtlich. Von den übrigen entwickelten sich um so mehr Individuen latent, je weniger Licht sie als Raupen hatten. Im Dunkeln entwickelten sich nur 17,5 % subitan. Bei künstlichem Licht entwickelten sich 100 % der Individuen latent. Von den Versuchen im Jahre 1932 ist nur einer damit vergleichbar, der im Laboratorium bei Zimmertemperatur und Beschattung ausgeführt wurde. Alle dabei gewonnenen Puppen lieferten zur normalen Zeit den Falter! Dieser Sommer war, wie bereits erwähnt, wärmer als der vorhergehende. Es mag sich bei der verschiedenen Reaktion der Puppen um Temperaturwirkungen handeln. Es hat sich jedenfalls gezeigt, daß es äußere Einflüsse gibt, durch die der Entwicklungsmodus auch der ersten Generation abgeändert werden kann.

Pieris rapae.

Auch bei einigen zufällig unter die Brassicae geratenen Raupen von Rapae kam subitane Entwicklung der zweiten Generation in der Dunkelheit vor. Aus einer Rapae-Aufzucht, 7 Raupen in einer Petrischale im Dunkel, schlüpfte ein Falter am 13. November; 3 Puppen waren zu dieser Zeit abgestorben; die übrigen 3 entwickelten sich latent.

Araschnia levana.

A. levana hat bekanntlich zwei in der Natur alternierende Formen: die im Frühling fliegende levana s. str. und die im Hochsommer fliegende prorsa. Die Nachkommen der letzteren überwintern als Puppe, doch kommt es zuweilen vor, daß sich einzelne Individuen schon im Herbst subitan entwickeln*), und außerdem kann die subitane Entwicklung durch die Einwirkung von Wärme auf die Puppe erzwungen werden (Weismann). In beiden Fällen entsteht wiederum prorsa oder eine prorsa-ähnliche Form. Bei unseren Versuchen wurde mit Dunkelheit operiert.

In Mecklenburg war 1931 keine genügende Menge dieser Falter zur Zucht aufzutreiben, aber aus der Umgegend von Berlin konnten im Sommer mehrere Hundert junger Raupen bezogen werden. Diese waren zum Teil schon 1 cm lang; da jüngere nicht verfügbar waren, mußte der Versuch mit diesen gemacht werden. In jeden Käfig kamen 150 Raupen. Als Futter dienten zuerst in Töpfen eingepflanzte Nesseln, mit einem Gazesack umgeben. Die Nesselpflanzen waren aber bald abgefressen, neuer Vorrat angewachsener Pflanzen nicht mehr vorhanden. Es mußte daher nunmehr mit in den Gazesack gesteckten Nesseltrieben gefüttert werden. Daß diese, obwohl im Wasser stehend, in der Sonne schnell welkten, dürfte die große Sterblichkeit im Käfig A mitverschuldet haben. Es gelangten zur Verpuppung in

A (Sonne)	29	C (künstliches Licht)	73
B (Schatten)	80	D (Dunkelheit)	73

Die Frage, ob starke Besonnung schädlich wirkt, kann nicht durch diesen Versuch, sondern müßte durch Zuchten im Freien entschieden werden. Da die Art im Halbschatten von Waldwegen aufwächst, so ist sie vermutlich gegen volle Sonne empfindlich.

Die Puppen verblieben in den Käfigen, in denen sie aufgewachsen waren. Die in Sonne, Schatten oder künstlichem

*) Süffert, F., in „Biol. Zentralbl", Bd. 44, 1924, S. 176.

Licht gehaltenen entwickelten sich naturgemäß, d. h. latent, von den Dunkeltieren dagegen schlüpften 4 vom 25. bis 28. September aus. Ihr Flügelumriß, ihre Farbe und ihr Zeichnungsmuster nähern sich sehr stark Prorsa; sie stellen einen Übergang von der durch Wärme erzielten Form porima zu den „schwächsten" prorsa dar.

Im Sommer 1932 flogen hier viele Prorsa und einige der gefangenen ♀♀ legten Eier ab. Am 3. August konnten zwei Zuchten angesetzt werden, die eine in einem hellen, die andere in einem dunklen Käfig. Jede bestand aus 80 frisch geschlüpften Raupen. Das Resultat eines erneuten Versuchs war:

Hell: 47 Puppen, überwintern sämtlich als solche.
Dunkel: 2 Puppen, die Mitte September die Falter lieferten.

Die Zucht fand bei Zimmertemperatur (in dem verhältnismäßig kühlen Thermostatenraum) statt. Die regelmäßig gemessene Temperatur darin betrug vom 1. bis 15. September: im Mittel 16° C, zur Zeit des Schlüpfens 14,8°. Ich vermute, daß es viel mehr auf die Temperatur ankommt, in der die Raupen aufwachsen, aber die im August auf die Raupen einwirkende hohe Wärme hat beide, die Tiere im Hellen und die im Dunkeln gleichmäßig betroffen. Jedenfalls kann das Schlüpfen der 2 Falter nicht auf einen etwaigen zufälligen Wärmeeinfluß geschoben, sondern muß wohl der Dunkelheit zugeschrieben werden. Man vergleiche die Übereinstimmung des Verhaltens mit den gleichzeitig gezüchteten Pieris brassicae.

Ab 15. August wurden Raupen aus verspätet abgelegten Levana-Eiern in Dunkelheit aufgezogen. Davon gelangten 30 ab 6. September zur Verpuppung. Obgleich sie in einen wärmeren, bald darauf geheizten Raum gebracht wurden, schlüpfte kein Falter. Als Raupen hatten sie weniger Wärme zur Verfügung gehabt denn die ersten Zuchten. Es kann sich bei all diesem um kombinierte Wirkungen von Wärme, Dunkel und Jahreszeit (Rhythmus) handeln, die nicht leicht zu entwirren sein werden.

Apanteles glomeratus.

Zufällig war ein Teil der Kohlweißlingsraupen, die wir bei elektrischem Licht und bei Dunkelheit aufzogen, parasitiert, ehe sie ganz jung auf dem Felde gesammelt wurden. Die erwachsenen Apanteles-Larven verließen in gewohnter Weise die erschöpfte, erwachsene Raupe und verpuppten sich in ihren gelben Kokons. Am 29. September 1931 begann im Dunkelkäfig eine große Anzahl von ihnen zu schlüpfen — auch sie vorzeitig! In einem der Tageslichtkäfige (diffuses Licht) schlüpfte ein einzelnes Exemplar; von im Freien zur Kontrolle gehaltenen (viele Tausend), in der Natur aufgewachsenen kein einziges; auch dann nicht, wenn die im Garten gesammelten parasitierten großen Raupen in Dunkelheit gebracht wurden, so daß die Apanteles ihren Wirt bei Dunkelheit verließen und die Kokons im Dunkeln verblieben.

Hier wird die Sache ganz verwickelt. Erhöhte Wärme während des Puppenlebens kann, soviel wir wissen, im Herbst weder den Entwicklungsmodus der Brassicae-Puppe, noch den der Parasitenpuppe umstimmen. Aber als der Wirt in Dunkelheit aufwuchs, schien eine Umstimmung des Entwicklungsmodus einzutreten. Die Parasitenlarve wächst aber doch ohnehin immer in Dunkelheit auf, im Körper der Puppe.

Die Generationenfolge von A. glomeratus verläuft überhaupt — wenigstens hierzulande — in der Natur in völliger Übereinstimmung mit der von P. brassicae. Als im Sommer 1932 die frühen Pieris-Puppen zweiter Generation sich großenteils alsbald zum Falter entwickelten, anstatt zu überwintern, war das gleiche bei der entsprechenden, ebenfalls verfrühten Apanteles-Generation der Fall. Aus etwa 50 % der Kokons fand man im Oktober die Wespchen ausgeschlüpft, der Rest überwinterte als Larve. In der Gefangenschaft kann aber Apanteles im Gegensatz zu Brassicae getrieben werden, so daß sie bereits etwa im Februar ausschlüpft (bei Zimmertemperatur).

Die Gesamtheit der vorstehend berichteten Beobachtungen mag immerhin interessant genug sein, um jetzt schon mit-

geteilt zu werden, vor der voraussichtlich nur im Laufe von Jahren möglichen Erhellung der vielen damit erwachsenden Probleme.

Herr stud. R. Rößler teilte mir mit, daß manche Schmetterlingszüchter die Entwicklung der Raupe von Pericallia matronula, dem Augsburger Bär, durch Wärme und Dunkelheit zu beschleunigen pflegen. Diese Raupen, aus im Sommer abgelegten Eiern schlüpfend, erreichen in der Natur weder im ersten noch im zweiten Herbst die Verpuppungsreife, sondern überwintern zweimal. Um zu erreichen, daß sie nur einmal, erwachsen oder fast erwachsen, überwintern, läßt man sie bei hoher Wärme und im Dunkeln aufwachsen.

Zusammenfassung.

1. Die bei den Versuchen im Jahre 1929 sich scheinbar ergebende starke Mortalität der Larven von Pieris brassicae und Melasoma aeneum bei künstlichem Licht und bei Dunkelheit bestätigte sich in den beiden folgenden Jahren nicht. Endgültiges kann noch nicht ausgesagt werden, da gewisse im Material liegende Fehlerquellen noch nicht ausgeschaltet werden konnten.

2. Bei erneuten Versuchen mit der 2. Generation verschiedener hierzulande in der Natur in der Regel zweibrütiger Insekten kam es in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren vor, daß bei Aufzucht im Dunkeln statt des für die Jahreszeit (Herbst) normalen latenten Entwicklungsmodus der Puppe der subitane eintrat, d. h. die Falter schlüpften zum Teil schon im Herbst. Bei Pieris brassicae geschah dies in einem Falle sogar bei allen Individuen. Bei Araschnia levana trat dieser Fall sowohl 1931 wie 1932 bei einzelnen der im Dunkeln aufgezogenen Tiere ein. Bei Apanteles glomeratus wurde nur in einem Jahre 1931 dieser Fall zufällig beobachtet. Das herbstliche Schlüpfen trat nur bei einer Minderheit der Apanteles ein.

Wenn, worauf diese Tastversuche hindeuten, der Ent-

wicklungsmodus der Puppe der 2. Generation jener Insekten durch Dunkelheit in den entgegengesetzten verwandelt werden kann, so bleibt ferner festzustellen, welches Stadium der Larve oder Puppe das für die Dunkelheit sensible ist. Auch der (subitane) Entwicklungsmodus der 1. Generation von Pieris brassicae wird bei Aufzucht im Labor oft umgewandelt (latent), ohne daß bisher feststände, welche Faktoren dies herbeiführen können.

3. Die in der Dunkelheit vorzeitig (im Herbst) sich fertig entwickelnde Form von Araschnia levana steht der Form prorsa sehr nahe.

4. Die einfachen Tatsachen werden hier mitgeteilt, da ihre Aufhellung im Einzelnen voraussichtlich noch jahrelange Arbeit erfordern wird.

Nachtrag.

Während des Druckes dieser Arbeit erschien eine Veröffentlichung über das gleiche Thema von E. Janisch und H. Maercks (in Ztschr. Morph. Ökol. Tiere 26, 1933). Gegen die darin gemachte Feststellung, daß die Sterblichkeit von Pieris brassicae im Dunkeln und bei künstlichem Licht mit 0 % Sterblichkeit nicht höher sei als bei Tageslicht, ist nichts einzuwenden. Verfasser hat schon 1931 (in Ztschr. ang. Ent. 18, S. 580) mitgeteilt, daß sich die Ergebnisse des ersten Arbeitsjahres im nächsten nicht bestätigt hätten. Janisch und Maercks stellten weiter fest, daß auch die Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien ihrer Brassicae-Raupen durch das Fehlen des Lichtes nicht beeinflußt wurde. Von diesen Autoren aufgezogene, früh fertige, bei hoher Wärme und auch sonst unter optimalen Bedingungen aufgezogene Puppen schlüpften restlos im selben Jahre aus. Diese subitane Entwicklung früher Puppen ist nichts neues (s. o.). Es wird aber noch zu untersuchen sein, ob auch Oktoberpuppen unter optimalen Bedingungen sich ebenso verhalten, und es ist zu wünschen, daß in diesem

Sinne die Versuche in dem Labor des Herrn Regierungsrat Dr. Janisch, das ungleich günstigere Bedingungen hierfür bietet als das hiesige, fortgesetzt werden.

Das letzte Wort ist in der Frage des Einflusses der Dunkelheit auf den Entwicklungsmodus der Puppe von Brassicae weder durch die Veröffentlichung jener Autoren noch durch die vorliegende gesprochen; die letztere beabsichtigt vielmehr nur, die Aufmerksamkeit auf den Lichtfaktor zu lenken, damit er künftig von vornherein beachtet wird.

Untersuchungen an Tonen.

Von Carl W. Correns.

Vorgetragen in der Sitzung am 26. Januar 1933.

Obwohl der Ton ein uralter Rohstoff der Menschheit ist, wissen wir über seine Zusammensetzung noch recht wenig. Der Grund hierfür liegt wohl einerseits darin, daß die Ansprüche der Industrie lange Zeit sehr gering waren und andrerseits in der sehr geringen Korngröße seiner Teilchen, die die mikroskopische Untersuchung erschwerte. Außerdem hat die Sedimentpetrographie früher geringes Interesse bei den Mineralogen erweckt. Bei den heutigen erhöhten Ansprüchen der Industrie ist die genauere Untersuchung der Tone gerade in dem an sonstigen Bodenschätzen und an natürlichen Bausteinen so armen norddeutschen Flachland von besonderer Wichtigkeit. Als ein Endprodukt der Verwitterung und ein Ausgangsmaterial für umgewandelte, metamorphe Gesteine sind sie ferner von großer Bedeutung für den Stoffhaushalt unserer Erdrinde.

Wegen der Schwierigkeit, durch physikalische Untersuchungen die Einzelbestandteile festzustellen, begnügte man sich bisher meist mit chemischen Analysen, insbesondere in der Art, daß man versuchte, durch Behandlung mit Schwefel- und Salzsäure bestimmte Minerale oder Mineralgruppen zu zerstören (rationelle Analyse). Diese Art der Tonuntersuchung geht oder ging ursprünglich wenigstens von der Voraussetzung aus, daß die „Tonsubstanz“ im wesentlichen Zersetzungsprodukt von Feldspat sei, verunreinigt mit Quarz. Die Ton-

Als Sonderdruck ausgegeben am 18. Mai 1933.

substanz sollte in Schwefelsäure löslich, Feldspat und Quarz unlöslich sein. Später wurden in der Tonsubstanz noch salzsäurelösliche Silikate von den schwefelsäurelöslichen unterschieden. Die Rückstände wurden zur Entfernung der Kieselsäure mit Natronlauge behandelt. Neuerdings hat man die Bedeutung der Glimmer erkannt und auch sie zu berücksichtigen versucht. Diese rationelle Analyse ist öfters kritisiert worden. Ich möchte hier nur auf eine in der deutschen Literatur anscheinend vernachlässigte Studie von THIEBAUT[1]) hinweisen, aus dessen Daten ich die folgende Tabelle zusammengestellt habe.

„Löslichkeit“ von Tonmineralien (in % des Ausgangsmaterials, nach Thiebaut.

	Quarz		Orthoklas		Adular	Muskovit			Kaolin	
	a	b	a	b	a	a	b	c	krist.	techn.
NaOH 1 : 10	5,1	0,96	7,31	1,81	1,49	2,15	nicht untersucht			2,70
HCl[2]) 18 %	—	—	4,54	2,93	8,03	32,56	11,75	5,04	9,44	15,85
H_2SO_4[2]) 20 %	—	—	10,42	3,54	4,54[3])	100	100	100	100	100

a) Durchmesser < 0,001 mm; b) Durchmesser 0,001—0,06 mm; c) Durchmesser 0,06–0,15 mm.

Man sieht aus der Tabelle ohne weiteres, daß, selbst wenn die ursprüngliche Annahme einer Zusammensetzung der Tone aus Quarz, Glimmer, Feldspat und dessen Zersetzungsprodukt Kaolin zuträfe, die rationelle Analyse keine sicheren Werte liefern könnte, weil die Zersetzbarkeit nicht

1) THIEBAUT, S. L , Contribution à l'étude des sédiments Argilo-Calcaires du Bassin de Paris. Bull. de la Société des Sciences de Nancy. Sér. IV, 2, V, 1925, 509—674. Ähnliche Beobachtungen über die Löslichkeit hat auch O. N. ROVE im Institut V. M. GOLDSCHMIDT in Oslo gemacht. Undersøkelser over Norske Lerer. VI. Petrografiske Undersøkelser, Oslo 1926. Statens Rastoffkomité Publikasjon Nr. 23.

2) Bis zur Trockenheit (ohne Kochen) eingedampft.

3) Vorher ½ Std. mit NaOH behandelt.

auf einzelne Mineralgruppen beschränkt ist und außerdem von der Korngröße abhängt. Das schließt nicht aus, daß die rationelle Analyse für technische Zwecke in geeigneter Form[4]) heute noch das wichtigste Hilfsmittel ist.

Unsere Untersuchungen in Rostock gehen vom Standpunkt der Sedimentkunde aus und haben zum Ziel, die einzelnen Bestandteile der Tone physikalisch zu bestimmen. Wir haben deshalb unser Augenmerk zunächst der Frage zugewandt, wie solche feinstkörnigen Sedimente zweckmäßig in ihre Bestandteile zerlegt, „aufbereitet", werden können. Als Kontrolle für die Güte der Aufbereitung wurde die Verteilung der Korngröße bei der Schlämmanalyse verwendet. Für die Schlämmanalyse, wie für die Aufarbeitung gibt es zahllose Verfahren, aber keine vergleichende Untersuchung in der Art, daß der gleiche Ton mit der gleichen Aufbereitungsmethode in demselben Laboratorium mit verschiedenen Schlämmverfahren untersucht worden wäre. Unsere Ergebnisse[5]) waren insofern überraschend, als sich herausstellte, daß die Unterschiede bei den von uns angewandten Verfahren nicht sehr groß sind. Zwar zeigte sich deutlich, daß von den drei untersuchten Aufbereitungsmethoden (Normalmethode von Odén, Schütteln und Kochen im Vakuum, Reiben mit dem Finger) die international eingeführte Normalmethode von Odén die beste ist. Aber bei den drei Schlämmverfahren (Odénwaage, Pipettiermethode, Atterbergzylinder) ergaben sich nur recht geringe Unterschiede im Verteilungsgrad.

Bei dem anscheinend einfachsten und nächstliegenden Verfahren, Trennen dieser Bestandteile nach dem spezifischen Gewicht durch Zentrifugieren mit schweren Lösungen bestehen gerade für die feinsten Korngrößen noch nicht ganz überwundene Schwierigkeiten. Es wurden deshalb die einzelnen Schlämmfraktionen, die mit dem Atterbergzylinder erhalten

---

4) HARKORT, H., und HARKORT, H. J. Eine rationelle Schnellanalyse, Sprechsaal, Coburg 1932, Nr. 39—41.

5) C. W. CORRENS und W. SCHOTT, Vergleichende Untersuchungen über Schlämm- und Aufbereitungsverfahren von Tonen, Kolloid-Zeitschrift, Bd. 61, H. 1, 1932, S. 68—80.

waren, für sich mikroskopisch und chemisch weiter untersucht. Mikroskopische und chemische Untersuchungen an norwegischen Lehmen sind auch von O. N. ROVE (l. c.) ausgeführt worden. Er benutzte die mikroskopische Bestimmung als Anhaltspunkt für die Berechnung des Mineralbestandes aus der chemischen Analyse. A. VENDL[6]) und F. F. GROUT[7]) machten Mitteilungen über die mikroskopisch bestimmbaren Bestandteile von Tonen, letzterer gab auch von seinen zahlreichen Proben chemische Analysen der verschiedenen Korngrößenklassen. F. K. SCHLÜNZ bestimmte hier in Rostock den Mineralbestand der einzelnen Korngrößenfraktionen quantitativ durch Auszählen unter dem Mikroskop und kontrollierte ihn durch chemische Gesamtanalyse. Er verwendete für diese Untersuchungen dasselbe Material, das wir zu den oben erwähnten vergleichenden Schlämm- und Aufbereitungsversuchen benutzt hatten, zwei mecklenburgische Ziegeltone, nämlich einen Diluvialton von Papendorf bei Rostock und einen marinen mitteloligozänen Ton von Malliß im südwestlichen Mecklenburg. Bei der quantitativen mikroskopischen Untersuchung bewährte sich das Verfahren, die Brechungsindizes der Mineralkörnchen mit der Einbettungsmethode in der Art zu bestimmen, daß der Brechungsindex des Einbettungsmittels sich langsam und kontinuierlich durch Verdunsten einer Komponente ändert und die Veränderung auf dem Totalrefraktometer beobachtet wird[8]). Die quantitative Auszählung der Fraktionen konnte bis herab zu einem Teilchenradius von 1 μ durchgeführt werden. Sie wurde durch die quantitative chemische Analyse mit hinreichender Genauigkeit bestätigt. Die Einzelheiten dieser Untersuchungen wird F. K. SCHLÜNZ[9]) veröffentlichen. Hier sei nur darauf hinge-

---

6) Der Kiseller (Kleinzeller) Ton, Ann. Instituti Regii Hungarici Geologici XXIX. Budapest 1931.

7) Texture and composition of clays. Bull. Geol. Soc. Am. 36, 1925, S. 395.

8) C. W. CORRENS, Bestimmung d. Brechungsexponenten in Gemengen feinkörniger Minerale und von Kolloiden. Centralbl. f. Min. etc. Jahrg. 1929, Abt. A, Nr. 11, S. 408—410.

9) Chemie d. Erde VIII, H. 2, 1933.

wiesen, daß der diluviale Ton sich durch einen relativ großen Gehalt an Feldspäten und an solchem Kalk, der nicht an Organismenreste gebunden ist, auszeichnet. Er führt ferner Orthoklas, Hornblende und Biotit, die dem marinen Tertiärton fehlen. Dieser enthält zahlreiche Kokkolithen und ein dem Breunerit ähnliches Karbonat. Auch an Tiefseesedimenten von der Meteorexpedition werden solche Untersuchungen angestellt, die Bearbeitung dieses Materials war sogar ein Ausgangspunkt für uns. So zeigt ein Globigerinenschlamm aus der Nähe der Kapverdischen Inseln sehr deutlich den Einfluß dieses Vulkangebietes, auch noch in der Klasse der kleinsten Korngrößen.

Die Untersuchung der Fraktionen mit einem Teilchenradius größer als 1 μ zeigt, daß wohldefinierte Minerale, wie Quarz, Feldspäte, Kalkspat, Hornblenden, Biotit und vor allem Muskovit festzustellen sind, aber mit diesen Fraktionen sind beträchtliche Teile der Tone noch nicht erfaßt. Bei dem diluvialen Ton fehlen 34,8 % und bei dem tertiären sogar 73,8 %. Diese Bestandteile können aber auf dem normalen Weg der mikroskopischen Mineraluntersuchung nicht erfaßt werden. In den Analysen unterscheiden sich die feinsten Fraktionen nicht sehr wesentlich von den gröberen (Einzelheiten bei F. K. Schlünz). Man wird deshalb annehmen dürfen, daß auch in der feinsten Fraktion noch ähnliche Mineralien vorkommen können. Es ist aber zu erwarten, daß diese mit der Annäherung an den kolloiden Zustand immer mehr zurücktreten, zugunsten von glimmer- und kaolinartigen Silikaten. Die Untersuchung der feinsten Bestandteile durch ultramikroskopische Bestimmung der Brechungsindizes erscheint möglich [8]), jedoch ist das Verfahren noch nicht genügend ausgebildet. Aussichtsreicher ist zurzeit die röntgenographische Untersuchung mit Hilfe von Pulveraufnahmen. Zu diesem Zwecke wurde von dem Tertiärton noch eine Fraktion mit Teilchen unter 0,05 μ Radius durch Zentrifugieren abgetrennt und chemisch analysiert. Bei dem Diluvialton fehlt diese feinste Fraktion fast ganz. Über die Ergebnisse der röntgenographischen Untersuchungen wird G. Nagelschmidt in Kürze

berichten. Es läßt sich aber bereits jetzt sagen, daß auch in den feinsten Fraktionen noch kristallines Material vorkommt. Es handelt sich dabei in erster Linie um Halloysit und wohl auch um Glimmer.

So ist gerade auf dem Gebiet der Tone noch viel zu forschen übrig. Die Untersuchungen, von denen ich berichtet habe, lassen aber doch schon erkennen, daß der Weg, den wir beschritten haben, die physikalische Bestimmung der Einzelbestandteile unter Kontrolle durch die chemische Analyse, noch weitere Erkenntnis verspricht.

Untersuchungen der heilklimatischen Forschungstation Warnemünde 1932.

Von Prof. Dr. **Hans Curschmann.**

Vorgetragen in der Sitzung am 18. Mai 1933.

Die Arbeiten des Sommers 1932 setzten unsere klimatophysiologischen Untersuchungen am gesunden und kranken Menschen fort. Im Vordergrunde standen wiederum Stoffwechsel und Kreislauf. In den vergangenen Jahren hatten meine Mitarbeiter Melchert und Bartelmann den respiratorischen Stoffwechsel unter dem Einfluß der natürlichen Seefaktoren (fortlaufend während einer Kur und nach einzelnen Einwirkungen) und der warmen See- und Moorbäder studiert; und zwar ausschließlich an gesunden Jugendlichen.

Nachdem so die Stoffwechselwirkungen der See- und Sonnenbäder und auch der warmen Seebäder auf Normale festgestellt waren, wurden 1932 gleiche Untersuchungen an Stoffwechsellabilen, vor allem an Thyreotoxischen ausgeführt.

L. Wachsmuth untersuchte 10 Basedowpatienten (9 weibliche, 1 Mann), die sämtlich Vollbasedows gewesen, aber durch Röntgen, Ruhe und Diätbehandlung in leidliche Remission gekommen waren. Die meisten waren nicht badegewöhnt, bzw. badeten zum ersten Male im Jahr; alle gingen gern ins Wasser und vertrugen das 10—15 Minuten lange kalte Seebad (bei relativ warmer Wasser- und Lufttemperatur) subjektiv gut. Alle zeigten auf Seebäder und auf ruhige Sonnenbäder Zunahmen des respirator. Stoffwechsels, die aber nicht erheblich waren und unter dem erwarteten Maß

Als Sonderdruck ausgegeben am 21. Juli 1933.

blieben. In 6 Fällen war diese Zunahme auf das Seebad höher, als auf das Sonnen-Luftbad, in nur 2 Fällen reagierten die Patienten auf das letztere stärker. Die Steigerung des St.W. auf Seebäder waren in 5 Fällen unter 10 %, in 4 Fällen zwischen 10 und 20 %, nur einmal über 20 %.

Auf Luft-Sonnenbäder wurde der Stoffwechsel in 6 Fällen um Werte unter 10 %, in 2 Fällen zwischen 10 und 20 %, in einem Falle über 20 % gesteigert. Je höher der Grundumsatz der Patienten war, um so stärker pflegte ihr St.W. sowohl auf Seebad als auch auf Sonnenbad zu reagieren. Die Maxima erreichten eine 41 jährige Frau, bei der auf das Seebad der St.W. um 24,4 %, d. i. auf 76,1 % stieg und eine 30 jähr. Pat., die nach einem Sonnen-Luftbad mit einer Erhöhung von 22 %, d. i. auf 63 %, reagierte.

Dabei war die Wirkung merkwürdig verschieden. Wir sahen bei einem 22 jähr. Mädchen auf das Seebad den St.W. nur um 1,2 %, auf Sonnenbad aber um 11,0 % (d. i. 68,5 %) steigen; bei einer 32 jähr. Basedowfrau stieg auf das Seebad der St.W. um 15,1 %, d. i. 34,7 %, während das Sonnenbad nahezu ohne Effekt auf den Stoffwechsel (Steigerung nur um 0,6 %) blieb.

Im ganzen blieben also, wie schon bemerkt, die Stoffwechselsteigerungen auf See- und Sonnenbad weit unter dem erwarteten Maß und entsprachen durchaus der — gleichfalls nicht erwarteten — guten Toleranz dieser stoffwechsellabilen Personen für den Reiz der See- und Sonnenbäder.

Es scheint hier ähnlich zu gehen wie bei den CO_2-Bädern. Auch sie hatten wir früher Basedowikern nicht zumuten wollen und glaubten an schädliche Folgen insbes. auf den St.W. der Patienten. Erst die empirische Erfahrung (Fr. Cohn-Kudowa u. a.) hat gezeigt, daß CO_2-Bäder — bei vorsichtiger Anwendung — Basedowkranken recht gut bekommen und ihnen im Rahmen einer planmäßigen Kur im Heilbade sogar erheblich nützen können. Auch hier begegnet uns wieder jener Parallelismus zwischen kaltem Seebad und CO_2-Bad, den ich auch bezüglich der Kreislaufwirkungen beider Badeformen wiederholt hervorgehoben habe.

Es ginge natürlich zu weit, wenn man auf Grund dieser Befunde eine See- und Sonnenbadekur an sich in den Heilplan der Thyreotoxischen aufnehmen wollte. Denn ihr Heilwert ist durch die gute Toleranz gegenüber dem einzelnen Sonnen- oder Seebad noch nicht bewiesen. Aber soviel kann gesagt werden: leidlich kompensierte Basedowkranke, wie wir alle sie bei guter Röntgen- und operativer Behandlung in erfreulich großer Zahl sehen, brauchen nicht mehr so ängstlich, wie bisher, vor dem Ostsee- oder Nordseebad behütet werden. Sie dürfen es gelegentlich aufsuchen; vor allem, wenn sie streng vor Übertreibungen im See- und Sonnenbad und im Sport bewahrt werden. Natürlich gilt dies nur für jene kompensierten, in solider Besserung oder Remission befindlichen Fälle, aber ja nicht für schwerere Fälle von Voll-Basedow oder von Struma basedowificata mit aktiven thyreotoxischen Symptomen des Stoffwechsels, des Kreislaufs und der Psyche.

Weitere Untersuchungen betrafen den Mineralstoffwechsel, insbes. Calzium und Phosphor, im Serum. 1931 hatte Martin Herrmann an unserm Institut gefunden, daß kalte See- und Schwimmbäder regelmäßig zu einer Steigerung des Blutkalks zwischen 0,3 bis 2,1 mg% führen; wiederum bei jugendlichen Gesunden. Pathologische Hypercalzämie wurde nie beobachtet. Es erhob sich nun die Frage: ist dieser Effekt durch die spezifischen (physikalischen und chemischen) Wirkungen des Seebades, durch Wellenmassage und aktive Muskelarbeit bedingt? Oder handelt es sich um eine rein thermische Wirkung?

Diese Frage wurde nun durch meinen Mitarbeiter Josef Möller (1932) bearbeitet, der Untersuchungen des Calziums und Phosphors im Blute vor und nach kalten Süßwasserwannenbädern unternahm; und zwar an 14 gesunden jungen Männern, z. T. denselben, an denen M. Herrmann experimentiert hatte. Die Wassertemperatur betrug 17 bis 20° C, die Dauer des Bades 15 Minuten. Während des Bades verhielten sich die Leute völlig ruhig. Sie wurden nüchtern untersucht. Die Bestimmung des Ca

geschah nach Kramer-Tiedal, die Werte für den nicht gebundenen anorganischen Phosphor wurden mit dem Pulfrich'schen Stufenphotometer bestimmt.

Die Bäder wurden, da alle Versuchspersonen an kalte Bäder gewöhnt waren und dieselben im warmen Sommer genommen wurden, subjektiv auffallend gut vertragen; nur bei einigen trat am Schluß des Bades leichtes Kältezittern ein.

Bei allen Versuchspersonen ergab sich nach dem kalten Wannenbade ein Steigen der Blut-Calziumwerte im Mittel von 1,4 mg% (größte Steigerung 2,8, geringste 0,2 mg%). Gleichzeitig fand sich eine Verminderung des Blut-Phosphors im Mittel um 0,35—0,36 mg%. Die Werte für Ca im Serum nach kalten Wannenbädern waren also nahezu identisch mit den von M. Herrmann nach kalten Seebädern gefundenen. Die regelmäßige Steigerung des Blutcalziums nach Seebädern ist mithin als eine rein thermische Wirkung aufzufassen und nicht als „seespezifisch".

Was das Sinken der Phosphorwerte während des Steigens des Blutkalkes anbelangt, so würde es zu weit führen, das Verhältnis beider im Blut hier näher darzulegen. Es ist aber bekannt, daß normalerweise das Phosphor-Ion in mancher Beziehung dem Kalium-Ion synergisch, also dem Calzium-Ion entgegen wirkt. Ferner sind unter speziellen krankhaften Verhältnissen, besonders bei parathyreopriver Tetanie Phosphorvermehrung und Calziumverminderung festgestellt worden. Durch Phosphate kann demgemäß Tetanie erzeugt, durch (intravenöses) Calzium aber tetanische Anfälle beseitigt werden.

Die Erhöhung der Calziumwerte nach kalten Seebädern ist übrigens insofern von klinischem Interesse, als W. Falk nachgewiesen hat, daß während einer erfolgreichen Seebadekur bei Kindern mit latenter Spasmophilie und positivem Chvostekphänomen, bei denen erfahrungsgemäß erniedrigte Blutkalkwerte bestehen, die Stigmata der Tetanie schwinden. Und ich habe vor über 20 Jahren festgestellt, daß tetanische Krämpfe scheinbar gesetzmäßig durch das kalte Bad günstig beeinflußt werden; während das heiße und warme

Bad bei Tetaniekranken Krämpfe hervorzurufen vermag; ein Verhalten, das absolut dem soeben mitgeteilten Befunde von einem — der Tetanie entgegen wirkenden — blutkalksteigernden Einfluß des kalten Bades entspricht.

Es ist zu vermuten — wenn auch noch nicht bewiesen — daß die abkühlende und abhärtende Wirkung einer fortgesetzten Seebadekur steigernd auf die Blutkalkwerte wirken wird. Auch aus diesem Verhalten wären Folgerungen für die Therapie zu ziehen, vor allem bei Krankheitszuständen, die mit einer Senkung des Ca-Spiegels einhergehen, besonders also bei der Spasmophilie-Tetanie, aber auch bei Rachitis, Osteomalazie und anderen Osteopathien.

Im Anschluß an die Untersuchungen von Martin Herrmann und J. Möller hat dann Drescher (1932) Untersuchungen des Blutkalziums und -phosphors nach warmen See- und Süßwasserwannenbädern ausgeführt; und zwar auch ausschließlich bei gesunden jungen Männern. Die Resultate bei See- und Süßwasserbädern waren ganz gleiche; auch ein Beweis dafür, daß im wesentlichen der thermische Reiz den Einfluß auf diese Funktionen des Mineralstoffwechsels ausübt. Drescher fand: nach warmen Bädern stieg der Blutkalk minimal oder blieb gleich; er sank jedenfalls nicht. Die Werte für den Blutphosphor sanken nach den warmen Wannenbädern in ungefähr gleichem Maße, wie nach kalten Seebädern. Besonders die letzteren Resultate kamen unerwartet und bedürfen noch der Nachprüfung, ehe man ihre Deutung versucht.

Über das Verhalten allergischer Reaktionen bei Kindern hat auf meine Veranlassung neuerdings Heise an Kindern des Friedrich-Franz-Hospizes im Ostseebad Müritz gearbeitet. Unter 20 Fällen von exsudativer Diathese und Asthma reagierten 10 auf Klimaallergene positiv. Bei diesen wurden nun alle 8 Tage die Reaktionen nachgeprüft. Alle zeigten ganz einheitlich bei gleichzeitiger guter Erholung und Verlust der Krankheitssymptome eine progressive Abnahme der allergischen Reaktionen von Woche zu Woche, meist bis zum völligen Erlöschen. Es ist sehr mög-

lich, daß diese Abnahme der Hautallergie mit einer Verminderung der Asthmabereitschaft einhergeht. Weitere Untersuchungen an erwachsenen Asthmatikern werden das nachzuprüfen haben. Sie werden im nächsten Jahre folgen.

Es lag nahe, gerade in Warnemünde, mit bioklimatischen Untersuchungen auch solche sportärztlicher Art zu verbinden. So hat Herr Zühlke 1932 auf meine Anregung Untersuchungen an Fliegern der Verkehrsfliegerschule ausgeführt. Seine Aufgabe war, die Reaktionen des Kreislaufs und des Vestibularapparates nach Flügen festzustellen. Jungflieger schienen mir dazu besonders geeignet, weil wir erwarten durften, daß ihre Reaktionen noch lebhafter ausschlugen als die alttrainierter Piloten. Zühlke fand: Der Blutdruck zeigt nach dem Fluge eine Senkung seiner systolischen Höhe um durchschnittlich 20 mm Hg; der diastolische Druck sinkt weniger; die Pulsfrequenz sinkt um 20 bis 30 Schläge in der Minute. Die Vestibularis-Cochlearisfunktionen, die vor dem Fluge bei allen 13 Fliegern völlig normal waren, ließen nach den Flügen gleichfalls keine subjektiven oder objektiven Störungen erkennen. Der kalorische Nystagmus war nach den Flügen durchweg schwerer und langsamer auslösbar, auch bei Anwendung noch kälteren Wassers, als vorher; Romberg und Barany'scher Zeigeversuch blieben negativ, bzw. normal. Übrigens gab nur ein Flugschüler Neigung zu Luftkrankheit an. Die Flüge — durchweg über See und Land auf Wasserflugzeugen — dauerten zwischen 15 und 75 Minuten und erreichten Höhen von 200 bis 2500 m. Es waren sämtlich Strecken- und Kurvenflüge; Kunstfliegerei, insbesondere Looping, Trudeln usw., wurden nicht ausgeführt. Zühlkes Beobachtungen ergänzen diejenigen von F. H. Quix, v. Dierighofen u. a. Forschern, die sich neuerdings mit dem Kreislauf und der Vestibularisfunktion bei Fliegern grundlegend beschäftigt haben, und zeigen, daß nach gewöhnlichen Übungsflügen keine störenden Beeinträtigungen der Vestibularis-Cochlearisfunktion einzutreten brauchen.

Weitere Untersuchungen galten dem Kreislauf und

besonders der Nierenfunktion bei Langstreckenschwimmern. Freude untersuchte sie auf meine Veranlassung bei 13 Schwimmern, die in der See, und bei 7 Sportleuten, die in dem Warnowflusse eine Stunde lang schwammen. Alle 20 waren trainierte jugendliche Leichtathleten und vor dem Stundenschwimmen herz- und nierengesund befunden worden. Unter den 13 Seeschwimmern zeigten 8 nach dieser Langstreckenleistung Eiweiß im Urin z. T. in Spuren, z. T. weit mehr; außerdem meist granulierte und hyaline Cylinder, Leukozyten und auch Erythrozyten im Sediment. Von den 7 Warnow-Schwimmern hatten hinterher 6 Albumen im Harn, 5 granulierte Zylinder, 4 Erythrozyten. Leider konnten nur 4 Versuchspersonen nachuntersucht werden: nach 8 Stunden zeigten noch 2 Eiweiß und Formelemente im Harnsediment. Am nächsten Morgen waren alle 4 eiweiß- und sedimentfrei geworden.

Der Puls aller Langstreckenschwimmer war natürlich nach der Schwimmerei erhöht; und zwar auf 120, 140, ja 160 in der Minute. Der Blutdruck war gleichfalls hinterher wesentlich gesteigert: von 120 oder 130 oder 125 vorher auf 160, 180 (!) und 165 mm Hg hinterher. Pulsbeschleunigung und Blutdruckerhöhung gingen aber beide rasch zur Norm zurück.

Übrigens waren die Wassertemperaturen bei diesen Übungen relativ hoch, zwischen 18 und 21°; das See-Schwimmen wurde „gemütlich", das auf der Warnow als Wettschwimmen ausgeführt. Wenn schon bei den meisten Gesunden und Trainierten das Langstreckenschwimmen grobe krankhafte Reaktionen von seiten der Nieren auslösten, werden wir bei früher Nierengeschädigten noch erheblicheres erwarten dürfen. Untersuchungen an ehemaligen Nephritikern werden das zu erweisen haben.

H. Zeitler endlich führte Blutmengenuntersuchungen nach kalten Seebädern aus; und zwar nach der Methode von Griesbach-Hellmeyer durch spektrophotometrische Untersuchung des Serums nach Kongorotinjektionen (nach Heilmeyer). Bestimmt wurden nach

dieser Methode zirkulierende Plasmamenge und Haemokritwerte vor und nach den Badeprozeduren.

Durch Untersuchungen von Bacroft, Wollheim u. a. war bekannt, daß die zirkulierende Blutmenge durch Wärme, Körperarbeit, CO_2-Vergiftung u. a. zunimmt; und zwar durch Zustrom von Blut aus den „Blutdepots“, die im wesentlichen in der Milz, im subpapillaren Kapillarnetz der Haut und im Kapillarnetz der Darmwand zu suchen sind.

Zeitler untersuchte 10 gesunde junge Männer und fand nach kalten Seebädern stets Zunahme der Blutmenge um 500—1300 ccm, im Mittel um 20 %, nach kalten Süßwasserbädern zwischen 500 und 1000 ccm, d. i. um 11 %. In indifferent warmen, d. i. den sogen. kühlen Moorbädern betrug die Zunahme nur 4 %. Eine Zunahme der Blutmenge wurde also durch die Faktoren des kalten Seebades, d. i. Kälte, aktive Muskelarbeit und Wellenmassage am erheblichsten erzielt.

Nun hatte Föllmer in Warnemünde festgestellt (1931), daß das Minutenvolumen des Herzens nach kalten Seeschwimmbädern nach ¼ Stunde zuerst eine Senkung um 40—50 %, nach ½ Stunde wieder Anstieg zur Norm bewirkt. Und Hahn hatte (1932) in gleichartigen Untersuchungen gleichfalls an Gesunden gefunden, daß nach kalten Süßwasser- und Seewasserwannenbädern die Senkungsphase des Blut-Minutenvolumens des Herzens (im Mittel um 26 %) stark überwog. Zeitler deduziert nun auf Grund seiner und Föllmers und Hahns Untersuchungen so: nach kalten Wannenbädern nimmt die zirkulierende Blutmenge um 11 % zu, das Minutenvolumen um 26 % zu. Dadurch ist nach Zeitler eine Verkürzung der Umlaufzeit und eine Erhöhung der Herzleistung bedingt. Die Bedeutung der Umlaufzeit für den Gasaustausch in den Lungen und Geweben wird im Anschluß hieran hervorgehoben.

Ich referiere die Ausführungen Zeitlers bezüglich der Korrelationen zwischen Minutenvolumen und Vermehrung der zirkulierenden Blutmenge, ohne sie jedoch in allen Teilen zu unterschreiben. Weitere Untersuchungen insbesondere der Blutmenge werden Zeitlers Schlüsse noch zu beweisen haben.

Rassemischung als Krankheitsursache.

Von **W. F. Winkler.**

Vorgetragen in der Sitzung am 23. November 1933.

Alte Beobachtungen über besondere Neigung von Bastarden zu gewissen Krankheiten und Hinfälligkeit wurden durch die neue Erbforschung, bes. die Arbeiten von Lundborg, Mjön, Rodenwald, Schlaginhaufen u. a. z. T. auch tierexperimentell bestätigt und einer Klärung näher geführt. Beobachtungen über harmonische und unharmonische Kreuzungen kann man aber außer an Bastarden aus erblich sehr verschiedenen Kreisen, wie in Kolonialländern, auch in dem an Gautypen reichen Deutschland an solchen Menschen machen, deren Eltern aus verschiedenen Teilen des Reiches stammen. Bei den großen rassischen Unterschieden in den Populationen der verschiedenen Teile Deutschlands dürfte bei solchen Mischlingen die Heterozygotie erhöht, und eine gewisse Unruhe in den Genbestand, ähnlich dem „Genchaos“ Lundborgs gekommen sein.

Von Rodenwald und Kadner wurden bereits Anomalien im Bereiche des Kiefers mit Rassemischung in Zusammenhang gebracht. An Schulkindern in Friesland und Pommern wurde von uns dieser Frage näher getreten. Es wurde bei 4 079 Kindern aus Emden und Umgebung durch Fuhrmann und bei 3 354 Kindern in Stargard durch Ilse Krockow die Häufigkeit der Stellungsanomalien nach dem Angleschen System bestimmt und diese Ergebnisse mit ge-

Als Sonderdruck ausgegeben am 14. Februar 1934.

wissen sozialen und familienbiologischen Daten in Zusammenhang gebracht. Hierbei zeigte sich (Tab. I) in beiden Untersuchungen, daß Kinder Einheimischer seltener als solche Zugewanderter an Anomalien litten. In Friesland lagen die Zahlen allgemein höher als in Pommern, aber auch in Pommern hatten Kinder mit nordwestdeutschem Einschlag wesentlich öfter als alle anderen solche Anomalien. Bei Ostdeutschen waren sie aber sowohl in Pommern wie in Friesland selten. So zeigt sich also einmal eine Neigung der Nordwestdeutschen zu Stellungs- und Bißanomalien und weiter eine Erhöhung ihrer Häufigkeit bei Vorliegen verschiedener Stammesherkunft der Eltern.

Entsprechend dem starken Anteile Zugewanderter an der oberen sozialen Schicht in Pommern, Friesland (wie auch Mecklenburg) sind auch in ihr Anomalien am häufigsten (s. Tab. II).

Tabelle I.

Biß- und Stellungsanomalien bei Schulkindern und Herkunft ihrer Eltern.

	Beide Eltern sind einheimisch	Beide Eltern sind zugewandert	Nur ein Elternteil zugewandert
I. Stargard i. P.			
Zahl der Untersuchten	3 384	211	1 017
Zahl der Anomalien	606	70	324
Prozentsatz der Anomalien	17,9	33,2	32,9
$\pm \mu$	0,66	3,24	1,46
II. Emden und Umgebung			
Zahl der Untersuchten	4 079	1 642	769
Zahl der Anomalien	1 252	625	273
Prozentsatz der Anomalien	30,7	38,1	35,5
$\pm \mu$	0,72	1,20	1,73

In ähnlicher Weise wurde versucht, den unterschiedlichen Ausfall der Revakzination bei zwölfjährigen Schulkindern zu klären. Die durch die Erstimpfung erworbene Immunität wird

Tabelle II.

Soziale Stellung und Herkunft der Eltern und Biß- u. Stellungsanomalien bei ihren Kindern.

	Stargard	Emden und Umgebung
Anteil der Zugewanderten		
an der oberen sozialen Schicht .	67,1 %	88,1 %
an der unteren sozialen Schicht .	23,4 %	62,3 %
Biß- und Stellungsanomalien		
in der oberen sozialen Schicht. .	33,2 % ± 2,69	53,6 % ± 2,87
in der unteren sozialen Schicht .	19,0 % ± 0,7	30,1 % ± 0,27

bei den Kindern aus Nord- und Süddeutschland, bei solchen der oberen und der unteren sozialen Schichten, den Jungen und den Mädchen verschieden lange festgehalten. Die Arbeiten von Gins, Groth und Arnold u. a. haben die Unterschiede bisher nicht klären können. Von uns 1928 ausgesprochene Vermutungen über Zusammenhänge mit rassischen Merkmalen konnten durch Bestimmung der Haar- und Augenfarbe, Kopf- und Gesichtsmaße nicht bestätigt werden. Doch ordnet man die Kinder mit den verschiedenen Impfergebnissen nach der Abstammung ihrer Eltern, so scheint es, als ob die rassisch stärker gemischten Gruppen die einmal erworbene Immunität besser festhielten als die anderen (Tab. III).

Tabelle III.

Impfreaktion und Abstammung.

Impf-reaktion	Beide Eltern aus Mecklenburg			Ein Elternteil aus Mecklenburg			Kein Elternteil aus Mecklenburg			Wenigstens ein Elternteil nicht aus Mecklenburg		
	abs. Z.	%	±	abs. Z.	%	±	abs. Z.	%	±	abs. Z.	%	±
typisch . .	440	31,5	1,24	182	26,5	1,68	97	29,2	2,44	279	27,4	1,39
modifiziert .	709	50,7	1,34	339	49,4	1,91	156	47,0	2,74	495	48,6	1,56
allergisch	249	17,8	1,03	166	24,1	1,63	79	23,8	2,33	245	24,0	1,34
	1398			687			332			1019		

Die Ergebnisse konnten allerdings bei der Schwierigkeit der Beschaffung von in ihrem Impfzustand genau bekannten Kindern nicht gesichert werden, sie legen aber den Gedanken nahe, daß Stärke und Nachhaltigkeit erlangter Immunität durch Rassemischung beeinflußt werden könnten.

Lit.: Krockow u. Winkler, Fortschr. Orthodontik 1932, H. 3; Winkler, Ztrbl. ges. Hyg. XVI, 875, 1927.

(Autoreferat.)

Die jüngste Vergangenheit des äquatorialen Atlantischen Ozeans auf Grund von Untersuchungen an Bodenproben der „Meteor"-Expedition.

Von **Wolfgang Schott.**

Vorgetragen in der Sitzung vom 1. März 1934.

Eine genaue Kenntnis der Ablagerungen auf dem heutigen Meeresboden kann für die Geologie von grundlegender Bedeutung sein, da aus der Bildungs- und Entstehungsart der rezenten Meeressedimente wichtige geologische und biologische Fragen der Vorzeit geklärt werden können. Außerdem geben unter Umständen die Tiefseesedimente Aufschluß über die jüngste Vergangenheit der heutigen Ozeane. Die geologische Untersuchung der rezenten Meeresablagerungen hat gegenüber den sonstigen geologischen Studien verhältnismäßig spät eingesetzt; sie hat im größeren Rahmen erst mit der englischen „Challenger"-Expedition 1873—1876 begonnen.

Von den zahlreichen Apparaten, die heute zur Gewinnung von Grundproben des Meeresbodens benutzt werden, ist die Lotröhre das wichtigste Instrument. Die Lotröhren bestehen aus einem mit Gewichten beschwerten eisernen Rohr[1]). Da dieses bei der Grundberührung in die meist tonigen Ablagerungen des Meeresbodens eindringt, erhält man in dem Inneren des Rohrs Bodenmaterial von

1) Näheres über Lotröhren s. Correns, 1928, S. 122.

Als Sonderdruck ausgegeben am 7. Juni 1934.

der Oberfläche und aus den tieferen Lagen des heutigen Tiefseebodens, d. h. die Lotröhren bringen in Form eines Bohrkerns Bodenprofile von den heutigen Tiefseesedimenten an die Meeresoberfläche herauf. Mit solchen Lotröhren gewann die deutsche Atlantische Expedition an Bord des Vermessungsschiffes „Meteor“ im Atlantischen Ozean Bohrkernproben von fast 1 m Länge und die holländische „Snellius“-Expedition (Kuenen) in den Gewässern des Ostindischen Archipels durch längere und stärkere Röhren sogar über 2 m lange Grundproben.

Die Profile aus dem heutigen Meeresboden ermöglichen einen Einblick in eine etwaige Veränderung des Sedimentes in den tieferen Lagen und können so Aufschluß über Schichtung geben, die bei fossilen Sedimenten so häufig auftritt, bei den rezenten aber lange Zeit in Abrede gestellt wurde. Diese Untersuchung ist von Bedeutung, da aus einer Schichtung in den einzelnen Proben, vor allem aber aus etwaigen durchgehenden stratigraphischen Horizonten in den Tiefseesedimenten verschiedene Fragen über die Bildung und Entstehungsart dieser Ablagerungen und somit über die jüngste Vergangenheit des Ozeanbodens geklärt werden können. Der Geologe der Deutschen Südpolar-Expedition E. Philippi, der sich als erster eingehender mit dem Schichtungsproblem der heutigen Meeresablagerungen beschäftigte, stellte an verschiedenen Grundproben aus dem Atlantischen und Indischen Ozean eine deutliche petrographische Schichtung von Globigerinenschlamm über Rotem Ton und von Diatomeenschlamm über Glazialschlamm unter anderen fest (Philippi, S. 591). Ferner fand er an einigen Proben, daß sich die Foraminiferenfauna innerhalb des Grundprobenprofils ändert. Anknüpfend an die Beobachtungen von Philippi wurden vom Vortragenden diese Fragen über die Schichtung rezenter Meeressedimente auf Anregung von Herrn Prof. Dr. C. W. Correns an dem reichhaltigen Grundprobenmaterial weiter verfolgt, das Herr Prof. Dr. C. W. Correns auf der „Meteor“-Expedition im äquatorialen

Atlantischen Ozean gesammelt hatte, und zwar sollte versucht werden, durchgehende stratigraphische Horizonte in den rezenten Meeressedimenten festzustellen.

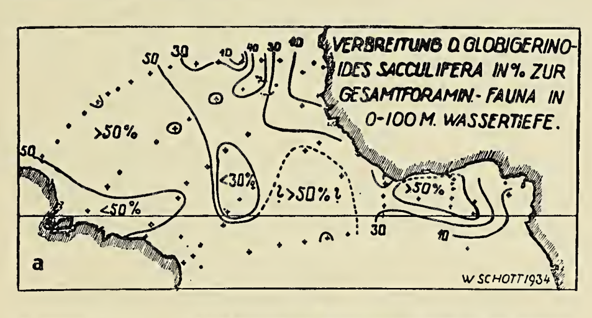
Für diese stratigraphische Bearbeitung wurden die Foraminiferen benutzt, da sie mit ihren Kalkschalen im Untersuchungsgebiet meist das Hauptfossil der heutigen Tiefseesedimente sind. Von den Foraminiferen, die teils benthonisch auf dem Meeresboden, teils als pelagische Foraminiferen planktonisch im Oberflächenwasser der Ozeane leben, sind die pelagischen für die hier durchgeführten Untersuchungen am wichtigsten; denn die Kalkschalen dieser abgestorbenen pelagischen Foraminiferen sinken auf den Meeresboden hinab und bedecken dort weite Gebiete des Ozeanbodens. — Um die Foraminiferen der verschiedenen Sedimentarten in ihrer Zusammensetzung direkt miteinander vergleichen zu können, wurden in den Grundproben nicht nur die einzelnen Foraminiferenarten bestimmt, sondern auch der Gehalt der Arten prozentual zur Gesamtfauna durch Auszählen von ca. 500 Foraminiferen in jeder Probe quantitativ festgestellt. Diese sehr langwierige quantitative Untersuchung war vor allem auch für die stratigraphische Bearbeitung der Grundproben erforderlich, da durch diese quantitative Erfassung der Foraminiferen die Faunenänderung in vertikaler Richtung der Grundproben genau festgelegt und gedeutet werden konnte.

Im äquatorialen Atlantischen Ozean kommen für die Stratigraphie der rezenten Meeresablagerungen hauptsächlich vier pelagische Foraminiferenarten in Betracht und zwar *Globigerinoides sacculifera, Globorotalia menardii, Globigerina bulloides* und *Globigerina inflata*[2]). Um die Faunenänderung innerhalb der einzelnen Bodenprofile deuten zu können, ist ein regionaler Überblick über die Foraminiferenfauna auf dem heutigen Ozeanboden erfor-

---

2) Diese Arten sind abgebildet in Brady, 1884. Tafel LXXVIII; LXXIX, Fig. 1—10; LXXX, Fig. 11—17; CIII, Fig. 1, 2.

derlich, und da die Kalkschalen der pelagischen Foraminiferen den Hauptteil der Foraminiferen auf dem Ozeanboden darstellen, ist ein Vergleich mit dem Lebensraum dieser Foraminiferen in den oberen Wasserschichten von 0—100 m Tiefe wünschenswert. Deshalb wurde auch das Foraminiferenmaterial aus den Schließnetzfängen der „Meteor“-Expedition bearbeitet.



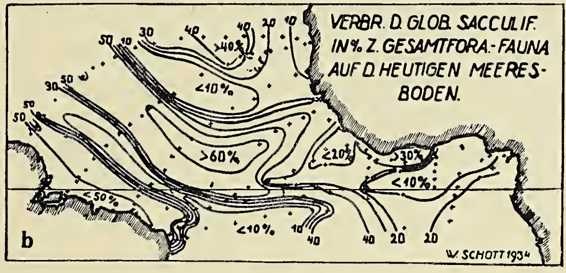


Fig. 1.

Verbreitung der *Globigerinoides sacculifera* in Prozenten der Gesamtforaminiferenfauna in 0—100 m Wassertiefe und auf dem heutigen Meeresboden (aus W. Schott 1934).

In den Fig. 1 und 2 geben die Kreuze die Beobachtungspunkte an.

Die pelagischen Foraminiferen sind überwiegend stenotherm wärmeliebende Tiere. Die räumliche Anordnung der einzelnen Arten ist daher sehr von der Temperatur des Oberflächenwassers abhängig. So ist *Globigerinoides sacculifera* als tropische Foraminifere in dem warmen Oberflächenwasser des äquatorialen Atlantischen Ozeans sehr stark verbreitet, so daß fast überall über 50 % der pelagischen Foraminiferenfauna aus dieser Art bestehen (Fig. 1 a). Als

tropische, warmwasserliebende Foraminifere meidet sie fast ganz das durch aufsteigende Tiefenwasser verursachte Kaltwassergebiet an der afrikanischen Küste zwischen Kap Verde und Kap Blanco, wo weniger als 10 % der Fauna zu dieser Art gehören. Im Süden wird durch die 30- und 10-%-Linie, die sogenannten Isoplethen, dieser Foraminifere ebenfalls das verhältnismäßig kühle Oberflächenwasser des dortigen Südäquatorialstroms angedeutet. Eine ähnliche Abhängigkeit von dem warmen, äquatorialen Oberflächenwasser zeigt die gleichfalls tropische Foraminifere *Globorotalia menardii*. *Globigerina bulloides* und *Globigerina inflata* leben dagegen vorwiegend im kühleren Oberflächenwasser der gemäßigten Breiten; sie treten daher im Untersuchungsgebiet hauptsächlich nur in dem verhältnismäßig kühlen Wasser des Südäquatorialstromes auf und in dem Kaltwassergebiet an der afrikanischen Küste östlich der Kap Verdeschen Inseln, das von den beiden tropischen Foraminiferen gemieden wurde (Fig. 2a, die räumliche Anordnung von *Globigerina inflata* ist ähnlich).

Vergleicht man die Verbreitung von *Globigerina bulloides* im Wasserraum des Ozeans mit der ihrer abgesunkenen Kalkschalen auf dem heutigen Meeresboden (Fig. 2a und b), so sind deutliche Zusammenhänge zu erkennen. Die räumliche Anordnung von *Globigerina bulloides* auf dem Meeresboden deutet daher in gewissem Sinne die Oberflächenströmungen in der Umgebung der Kapverdeschen Inseln und im Südäquatorialstromgebiet an. Bei der tropischen Foraminifere *Globigerinoides sacculifera* sind dagegen zwischen dem Auftreten im Wasserraum des Ozeans und auf dem Meeresboden fast keine Beziehungen festzustellen (Fig. 1a und b). Für die Verbreitung dieser Art auf dem Meeresboden ist die Auflösung der Foraminiferenkalkschalen durch das Ozeanwasser ausschlaggebend. Durch das Meerwasser werden die Kalkschalen der abgestorbenen Foraminiferen aufgelöst und zwar so, daß in den ganz großen Meerestiefen keine kalkigen Foraminiferenschalen vorhanden sind. Die Auflösung ist von

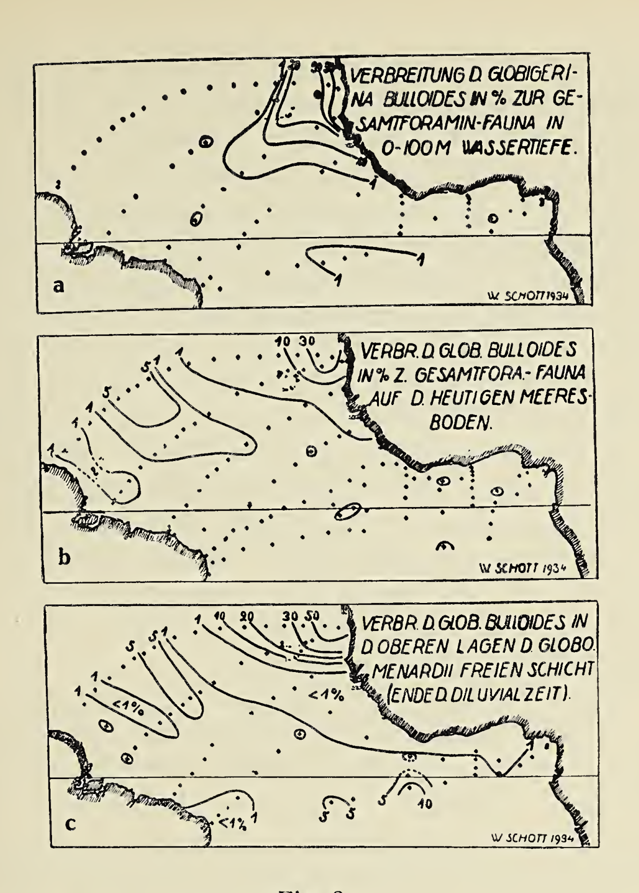


Fig. 2.

Verbreitung der *Globigerina bulloides* in Prozenten der Gesamtforaminiferenfauna in 0—100 m Wassertiefe, auf dem heutigen Meeresboden und in den oberen Lagen der *Globorotalia menardii*-freien Schicht, d. h. gegen Ende der Diluvialzeit (aus W. Schott 1934).

dem verschiedenen Bau der einzelnen Foraminiferenschalen abhängig. Weniger als 10 % der Gesamtfauna bestehen in den großen Meerestiefen des Kapverdeschen Beckens, des Guinea-Beckens und des Brasilianischen Beckens aus *Globigerinoides sacculifera,* während sich in den etwas flacheren Meerestiefen des Mittelatlantischen Rückens bis über 60 % der Fauna aus dieser Art zu-

sammensetzen. Die Linien gleichen Prozentgehaltes an *Globigerinoides sacculifera* deuten daher in großen Umrissen die Morphologie des Meeresbodens an.

Schon aus der regionalen Verbreitung dieser beiden Foraminiferen geht hervor, daß die räumliche Anordnung der pelagischen Foraminiferen auf dem heutigen Meeresboden von zwei Faktoren abhängig ist, d. h. von dem Auftreten der einzelnen Foraminiferen im Wasserraum des Ozeans und von der Auflösung ihrer Kalkschalen durch das Meerwasser. Diese Faktoren können bei den einzelnen Foraminiferen verschieden stark hervortreten. Die Totengemeinschaft der pelagischen Foraminiferen entspricht daher nur in ganz beschränktem Maße der Lebensgemeinschaft im Wasserraum des Ozeans. Die zwei Foraminiferenarten zeigen ferner, daß die prozentuale Zusammensetzung der Foraminiferenfauna sehr stark wechseln kann auf dem heutigen Ozeanboden, der stratigraphisch einen Horizont darstellt.

Für die Änderung der Foraminiferenfauna in den tieferen Lagen der Grundproben und somit für die Stratigraphie der rezenten Tiefseesedimente sind vor allem *Globorotalia menardii, Globigerina bulloides* und *Globigerina inflata* ausschlaggebend. Philippi (S. 594) beobachtete bereits an mehreren Bodenproben der Deutschen Südpolarexpedition, daß *Globorotalia menardii* in den tieferen Schichten verschwindet. Es wurde daher versucht, an den Grundproben der „Meteor"-Expedition genau festzulegen, in welcher Tiefe der Bohrkerne *Globorotalia menardii* verschwindet[3]). Nach Möglichkeit wurde in dem Grenzgebiet die prozentuale Zusammensetzung der Foraminiferenfauna bestimmt (Fig. 3). In dem Querprofil (Fig. 3) durch den äquatorialen Atlantischen Ozeanboden vom amerikanischen zum afrikanischen Festland, in dem die einzelnen Bohrkerne der Grundproben durch Rechtecke dargestellt sind, ist in vertikaler Richtung dieser Rechtecke

3) Näheres über die Art dieser Untersuchung siehe W. Schott, 1934.

die Länge der Grundproben, in horizontaler Richtung die prozentuale Zusammensetzung der Foraminiferenfauna in den verschiedenen Schichten eingetragen. Bei einigen langen Bohrkernen (Station 301, 302, 304, 307 u. a.) erschien

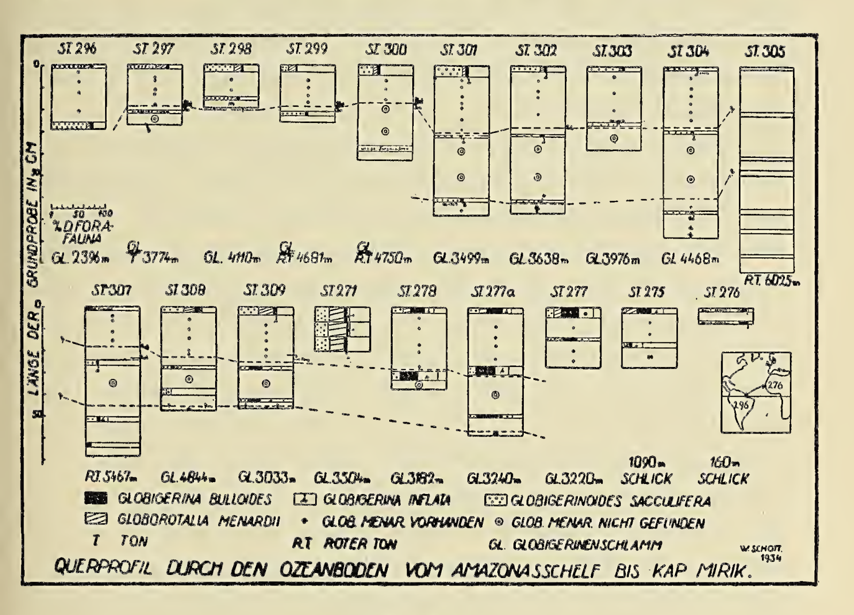


Fig. 3.

Querprofil durch den Meeresboden des äquatorialen Atlantischen Ozeans (vereinfachte Abbildung aus W. Schott 1934) [4]).

Globorotalia menardii in den tiefsten Lagen wieder, nachdem sie in den mittleren Schichten verschwunden war. Schon aus der Lage der Grenzen, an denen *Globorotalia menardii* verschwindet bzw. wieder auftritt, geht hervor, daß dies zweifellos zwei Grenzflächen sind, die sich unabhängig von der Art des Sedimentes in sämtlichen Bohrkernen von bestimmter Länge an wieder finden. Durch diese Grenzflächen wird eine *Globorotalia menardii*-freie Schicht im Hangenden und Liegenden von einer *Globo-*

4) Der Maßstab für die Länge der Grundproben ist in 10 Zentimeter unterteilt.

rotalia menardii-führenden Schicht getrennt. Somit ist auf Grund der Foraminiferenfauna eine durchgehende stratigraphische Horizontierung in den rezenten Meeressedimenten des äquatorialen Atlantischen Ozeans möglich. Diese Stratigraphie ist natürlich in den völlig foraminiferenfreien Roten-Ton-Proben nicht durchführbar (s. Station 305 in Fig. 3).

Die Ursache der stratigraphischen Horizontierung kann durch die Foraminiferenfauna in der *Globorotalia menardii*-freien Schicht geklärt werden. In dieser Schicht ist die tropische warmwasserliebende *Globorotalia menardii*, die heute auf dem äquatorialen Atlantischen Ozeanboden sehr verbreitet ist, verschwunden, während sich *Globigerina bulloides* und *inflata*, die heute vorwiegend im kühleren Wasser der gemäßigten Breiten leben, stärker im äquatorialen Atlantischen Ozean ausgebreitet haben (s. vor allem Station 309, 278, 277a in Fig. 3). Diese Änderung der Foraminiferenfauna kann nur eine Temperaturabnahme des Oberflächenwassers im äquatorialen Atlantischen Ozean infolge eines Klimawechsels erklären. Da nach verschiedenen Beobachtungen seit dem Ende des Diluviums keine Klimaverschlechterung vorhanden gewesen ist, ist diese Temperaturabnahme des Oberflächenwassers in den äquatorialen atlantischen Breiten durch die Eiszeit verursacht worden, d. h. die *Globorotalia menardii*-freie Schicht ist in der letzten Diluvialzeit abgelagert worden, und zwar entspricht sie der letzten Eiszeit, während die untere *Globorotalia menardii*-führende Schicht wahrscheinlich in die jüngste Interglazialzeit gehört.

Diese stratigraphische Deutung wird noch gestützt durch die petrographische Schichtung von Globigerinenschlamm über Rotem Ton. Nach Ansicht von Philippi (S. 593) ist dieser Schichtwechsel durch die Klimaänderung am Ende der Eiszeit hervorgerufen, und überall dort, wo in den untersuchten Grundproben diese petrographische Schichtung auftritt, fällt sie mit der oberen faunistischen

Grenze zusammen, die nach der Foraminiferenfauna ebenfalls das Ende der Eiszeit anzeigt.

Aus dem Vergleich der regionalen Verbreitung der *Globigerina bulloides* auf dem heutigen Meeresboden und während der letzten Eiszeit (Fig. 2b und c und S. 52) ist zu entnehmen, daß die Oberflächenstromverhältnisse seit dem Ende des letzten Interglazials sich im Gebiet des Südäquatorialstromes und in der Umgebung der Kapverdeschen Inseln nicht geändert haben. Nach der räumlichen Anordnung der Gesamtforaminiferenfauna ist während der letzten Eiszeit der mittelatlantische Rücken bereits als Schwelle vorhanden gewesen, und höchstwahrscheinlich hat auch die Romanche-Rinne bestanden, d. h. es haben auf dem äquatorialen Atlantischen Ozeanboden seit der letzten Eiszeit keine wesentlichen morphologischen Veränderungen stattgefunden, die sich in der Stratigraphie der rezenten Meeressedimente bemerkbar gemacht haben. Die heutige Verbreitung der verschiedenen Sedimentarten auf dem Meeresboden ist dagegen eine ganz junge Erscheinung. In der letzten Glazialzeit hatten der Rote Tiefseeton und der küstennahe Blauschlick eine viel größere Ausdehnung als heute, und der Globigerinenschlamm war nur auf ein kleines Gebiet auf dem mittelatlantischen Rücken, sowie in der näheren Umgebung der Kapverdeschen Inseln beschränkt. Durch die Klimaänderung am Ausgang der Diluvialzeit begann eine allgemeine Transgression des Globigerinenschlamms auf Roten Tiefseeton und Blauschlick. Diese Transgression ist durch die Abnahme des subantarktischen Bodenstroms und des terrigenen Zuflusses bei Beginn der Postglazialzeit bedingt und somit ist sie eine durch Klimaänderung verursachte Transgression (Näheres siehe W. Schott 1934). Da das Ende des Diluviums zeitlich einigermaßen festliegt, kann aus der Mächtigkeit der oberen *Globorotalia menardii*-führenden Schicht, die seit dem Ende des Diluviums abgelagert wird, die Sedimentationsgeschwindigkeit der rezenten Meeressedimente berechnet werden (Tab. I).

Tabelle I.

Blauschlick	1,78	cm pro	1000 Jahre
Globigerinenschlamm	1,2	„ „	1000 „
Roter Ton	< 0,86	„ „	1000 „

Durchschnittliche Sedimentationsgeschwindigkeit (cm pro 1000 Jahre) rezenter Meeressedimente im äquatorialen Atlantischen Ozean seit dem Ende der Diluvialzeit (aus W. Schott 1934).

Sie ist äußerst gering und nimmt von dem landnahen Blauschlick über dem Globigerinenschlamm zu dem küstenfernen Roten Tiefseeton ab.

Aus diesen ganzen Untersuchungen ist demnach zu entnehmen, daß sich größere einschneidende Veränderungen auf dem Meeresboden des äquatorialen Atlantischen Ozeans in der jüngsten Vergangenheit nicht ereignet haben, wenn auch im einzelnen verschiedene Umgestaltungen festzustellen sind.

Der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft danke ich für die Unterstützungen meiner Untersuchungen.

*

Literaturverzeichnis.

Brady, H. B., Report on the foraminifera dredged by H.M.S. „Challenger“, during the years 1873—1876. Report on the scientific results of the voyage of H.M.S. „Challenger“ during the years 1873—1876 Zoology, Vol. IX. London 1884.

Correns, C. W., Mineralogisch-geologische Arbeiten der Deutschen Atlantischen Expedition. Verhandlg. der Ozeanogr. Konferenz, Ergänzungsheft 3 zur Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1928 S. 121—129.

Kuenen, Ph. H., Die Viermeter-Lotröhre der „Snellius“-Expedition. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, Berlin, 1932 S. 93—97.

Philippi, E., Die Grundproben der Deutschen Südpolar-Expedition 1901—1903. Deutsche Südpolar-Expedition II. Geographie und Geologie.

Schott, W., Die Foraminiferen im äquatorialen Teil des Atlantischen Ozeans. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff „Meteor“ 1925—1927, Band III, Teil 3 II. Berlin-Leipzig 1934 (im Druck).

Ueber die Anophelen Mecklenburgs, insbesondere die Verbreitung der Rassen von *Anopheles maculipennis.*[1]).

Von **Fritz Weyer**, Hamburg, Tropeninstitut.

(Mit 3 Abbildungen und 7 Tabellen.)

Eingegangen bei der Redaktion am 16. März 1934.

1. Die Rassenfrage bei An. mac.

Anopheles maculipennis gehört zu den wichtigsten Malariaüberträgern. Diese Mücke ist auch in Deutschland allenthalben anzutreffen, wo sich neben geeigneten Blutspendern günstige Brutwasserverhältnisse vorfinden. Vorzugsplätze sind danach wasserreiche Gegenden an der Küste, in See-, Sumpf- und Flußniederungen. Hier ist *Anopheles maculipennis* noch so häufig, daß damit auch ohne weiteres die Möglichkeit für den Weiterbestand der Malaria gegeben ist. Trotzdem haben wir heute in Deutschland nur noch in Ostfriesland endemische Malaria. Das Fehlen der Krankheit in *Anopheles*-reichen Gebieten, die, wie in Deutschland, so auch in zahlreichen anderen Ländern Europas vorhanden sind, hat man mit der Existenz verschiedener Rassen von *An. mac.* zu erklären versucht,

---

1) Die Untersuchungen sind im Rahmen der Arbeiten und mit Mitteln der „International Health Division“ der Rockefeller Foundation in Zusammenarbeit mit dem Hamburger Tropeninstitut (Prof. Dr. E. Martini) ausgeführt.

indem man eine gefährliche und eine ungefährliche Rasse angenommen hat. Diese Annahme ist der Ausgangspunkt für die Rassenforschung bei *An. mac.* gewesen. Auf die Rassenfrage als solche, ihre bisherigen Ergebnisse und die Fülle der morphologischen, physiologischen und ökologischen Unterscheidungsmerkmale, die z. T. noch als strittig, z. T. schon als gesichert zu gelten haben, will ich hier nicht näher eingehen. Es ist darüber auch schon mehrfach an anderen Stellen berichtet [2]). Es möge hier der Hinweis genügen, daß wir heute die Rassen auf Grund der Eizeichnung einwandfrei unterscheiden können. Die Eizeichnung und -struktur hat sich bisher als einzig sicheres, konstantes und individuelles Merkmal erwiesen. Zur Bestimmung werden die Mücken in Gläsern zur Eiablage isoliert, und an Hand der erzielten Gelege läßt sich sagen, welche Rasse in dem betreffenden Untersuchungsgebiet vorliegt, und wie stark in Mischgebieten der prozentuale Anteil der einzelnen Rassen ist. Aus der Bestimmungstechnik ergibt sich ohne weiteres, daß man die Zugehörigkeit der Mücken während der kalten Jahreszeit nur dann ermitteln kann, wenn es gelingt, die Tiere zur Eiablage zu bringen.

In Deutschland kennen wir heute 3 Rassen von *An. mac.*, die Rassen *atroparvus*, *messeae* und *typicus*. Ob es sich hierbei im strengen systematischen Sinne um Rassen oder nur um Varietäten oder aber teilweise gar um neue Arten handelt, ist noch nicht entschieden. Wir sprechen vorläufig von Rassen. Eine endgültige Regelung der Nomenklaturfrage ist bisher auch noch nicht getroffen. Die Eiunterschiede, auf Grund deren die Rassen bestimmt werden, sind in Abb. 1 etwas schematisch dargestellt. Die Zeichnungen geben vor allem die charakteristische Form und Tönung, sowie die Schwimmkammergröße wieder. Die genaue Oberflächenstruktur, die aus kleinen Säulchen und

---

2) Für die norddeutschen Verhältnisse s. z. B. Weyer, Zbl. Bakter. I Orig. 127 (1933), Riv. Malariol. 12, Nr. 8 (1933) u. Verh. Deutsch. Zool. Ges. 1933.

Knöpfchen gebildet wird, ist nicht gezeichnet. Bei stärkerer Vergrößerung bemerkt man im feineren Bau der Schwimmkammern Unterschiede zwischen *typicus* und *messeae* einerseits und *atroparvus* andererseits, wie sie in Abb. 2 skizziert sind.

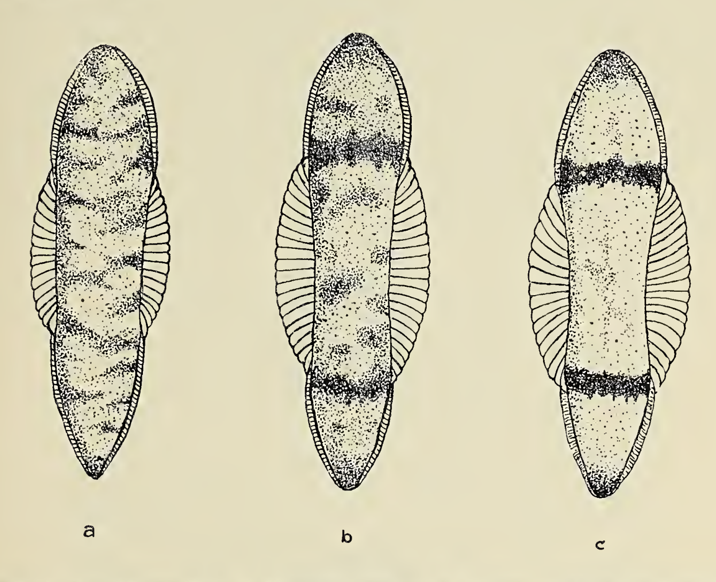


Abb. 1. Die Eier der 3 Rassen von *An. mac.;* etwas schematisiert. a) *atroparvus,* b) *messeae,* c. *typicus.*

Nach unseren bisherigen Feststellungen hat *atroparvus* seine Hauptverbreitung an der Meeresküste, sowie auf Inseln und Halbinseln im Meer. Außerdem kommt die Rasse an Salzstellen im Innern vor. *Messeae* finden wir dagegen gewöhnlich mehr landeinwärts in großen Flußniederungen, See- und Sumpfgebieten. Der Rasse *typicus* begegnen wir verhältnismäßig selten hier und da in Populationen anderer Rassen. Rein kennen wir sie aus einigen Gegenden mit kühlen Quellstellen, so von Bad Nauheim und vom hohen Schwarzwald.

Im Verlaufe der Rassenuntersuchungen in Norddeutschland sollte 1933 u. a. auch Vorkommen und Le-

bensweise der Rassen in Mecklenburg und an einigen Stellen der Pommerschen Küste studiert werden. Über die Resultate dieser Arbeiten will ich im folgenden kurz

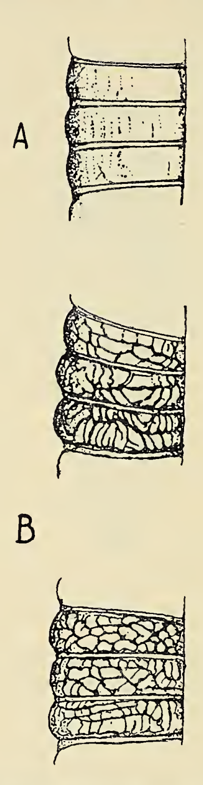


Abb. 2. Einzelne Schwimmkammern der *An. mac*-Eier in stärkerer Vergrößerung zur Demonstration der feineren Struktur. A. Kammern von *atroparvus*, B. Kammern von *messeae* oder *typicus*. Bezüglich der Schwimmkammeräderung besteht kein Unterschied zwischen diesen beiden Rassen.

berichten. Im Vordergrund sollen dabei die allgemeinen Ergebnisse faunistisch-systematischer Art stehen, die für unser spezielles epidemiologisches Problem nur ein Nebenresultat darstellen, die aber einem Untersucher der mecklenburgischen Fauna vielleicht ganz willkommen sind.

2. Die Anopheles-Arten Mecklenburgs.

Anopheles maculipennis ist nicht die einzige *Anopheles*-Art Mecklenburgs. Da ist vor allen Dingen *A. bifurcatus* zu nennen, die an zahlreichen Plätzen zusammen mit *maculipennis* angetroffen wird. Als Malariaüberträger dürfte sie nach Häufigkeit und Lebensweise in unsern Breiten nirgendwo eine Rolle spielen. Sie ist in Mecklenburg häufiger als in Ostfriesland, wo ich die Rassenverhältnisse in den beiden Vorjahren zu untersuchen Gelegenheit hatte. In Tabelle 1 ist der prozentuale Anteil von *bifurcatus* in einigen Stallfängen auf Grund der Gelege-

Tab. 1. **Beispiele einiger Fänge mit Mischung von *An. maculipennis* und *An. bifurcatus*.**

Fundplatz	Zahl der Gelege	
	A. maculipennis	*A. bifurcatus* (%)
„Weißes Kreuz" b. Rostock	33	10 (23,3%)
Prüzen b. Güstrow	27	2 (6,9 „)
Haegerfelde b. Güstrow .	11	10 (47,6 „)
Waren u. Umgebung . . .	48	4 (7,7 „)
Warensche Wold	25	19 (43,2 „)
Wismar	21	4 (16,0 „)
Godern, Pinnower See .	13	5 (27,8 „)

kontrolle angegeben. Besonders geachtet wurde auf *bifurcatus,* der ja mehr eine Form des feuchten Buschgeländes ist, nicht, so daß diese Zahlen nur einen ganz ungefähren Anhalt darstellen. Dabei ist noch zu bedenken, daß die neue Frühjahrsgeneration von *bifurcatus,* der als Larve überwintert, bereits erscheint, wenn die junge *maculipennis*-Generation noch nicht geschlüpft ist. Dadurch wird gerade im Mai eine stärkere *bifurcatus*-Beimischung in den Fängen oft nur vorgetäuscht. Besonders zahlreich war *bifurcatus* im Mai in der Güstrower Gegend (Haegerfelde) sowie im Sumpfgebiet der östlichen Müritz (Warensche Wold). Nach amtlichen Erhebungen und früheren

Untersuchungen von Martini[3]) sind weitere Fundplätze von *bifurcatus* Zarrentin, Schwaan, Rövershagen, Oberhagen und Brunshaupten.

Die Warensche Wold ist noch in anderer Beziehung interessant. Hier fanden sich in einem Stall auch mehrere Exemplare von *Anopheles algeriensis*. Diese Art, die ihre Hauptverbreitung in Nord-Afrika, Italien, Kleinasien, Palästina und auf der Balkan-Halbinsel hat, ist in Deutschland bisher nur an zwei Stellen beobachtet worden, von Martini bei Krefeld (Hinsbeck)[4]) und von Peus im Spreewald. Der besondere Sumpfcharakter der Warenschen Wold dürfte in der Ökologie dieser Art wohl eine Rolle spielen. Leider erlaubte die Zeit nicht, Häufigkeit und Lebensbedingungen von *An. algeriensis* an diesem neuen Fundplatz weiter zu verfolgen.

Ergänzen möchte ich hier noch, daß wir durch Martini[5]) als weitere *Anopheles*-Art Mecklenburgs *A. nigripes* von Doberan, Rostock und Graal kennen.

A. maculipennis war bereits von einer ganzen Reihe mecklenburgischer Ortschaften bekannt (amtliche Erhebungen, Untersuchungen von Martini und Detlevsen[6]). Sie seien der Vollständigkeit halber aufgezählt: Boizenburg, Hühnerbusch, Hagenow, Wittenburg, Zarrentin, Neustadt, Friedrichsmoor, Ludwigslust, Dömitz, Lübz, Crivitz, Raduhn bei Crivitz, Schwerin, Kaninchenwerder, Püsserkrug, Wickendorf, Friedrichstal, Gadebusch, Rehna, Bülow bei Rehna, Othenstorf, Röbel, Groß-Dratow und Grabowhöfe bei Waren, Malchow und Umgebung, Wismar und Fliemstorf, Schwaan, Kröpelin, Doberan, Rostock, Warnemünde, Rövershagen, Oberhagen, Ribnitz und Graal-Müritz. Man kann ruhig sagen, daß diese Mücke in Mecklenburg allgemein verbreitet ist.

Geeignete Brutmöglichkeiten in Form kleiner Teiche, Wasserlöcher und stehender Gräben im freien Gelände bestehen eigentlich überall. Da also wasserreiche Gegenden besonders günstig sind, so liegen die Hauptverbreitungsgebiete von *An. mac.*

---

3) Nähere Angaben und Literatur bei Schuberg: Das gegenwärtige und frühere Vorkommen von Malaria und die Verbreitung der Anophelesmücken im Gebiete des deutschen Reiches. Berlin, Jul. Springer, 1927.

4) Martini, Anz. f. Schädlingskunde, VII. Jahrg. 1931.

5) Martini, Sitzungsber. u. Abhandl. d. naturf. Ges. Rostock, N. F. 7, 1920.

6) S. Fußnote 3.

in Mecklenburg an der Ostseeküste und an den Ufern der zahlreichen Seen. Während der warmen Jahreszeit findet man die Mücken unschwer in den Viehställen. Bevorzugt und für das Auffinden der Tiere besonders geeignet sind alte, dunkle Ställe mit niedriger Holzdecke. Will man über die absolute Häufigkeit der Mücke einen zuverlässigen Anhalt haben, so müßte eine Anzahl typischer Fangplätze recht oft während der einzelnen Monate und, wenn möglich, im Verlauf mehrerer Jahre untersucht werden. Denn die Mückendichte kann ja stark wechseln. Die Zeit des *maculipennis*-Minimums, wenn die überwinterte Generation fast völlig aus den Ställen verschwunden, die neue Generation aber noch nicht geschlüpft ist, liegt je nach der Witterung bei uns etwa Mitte bis Ende Mai. Zahlreiche Plätze Mecklenburgs, die ich gerade um diese Zeit aufsuchte, hatten fast keine Mücken, können aber im Sommer darum doch genug Anophelen gehabt haben. Ausgesprochen wenig Anophelen wurden im Warnowtal zwischen Schwaan und Bützow, in der Umgebung Güstrows (Karcheez, Mühlengeez, Nienhagen, Altenhagen usw.), bei Tessin, in Waren, bei Neustrelitz (Zierke), in Malchow, Satow und Kogel südlich Malchow gefunden, obwohl die Brutwasserverhältnisse hier durchaus günstig schienen. Man wird dabei zum Teil die ungünstige Untersuchungszeit mit in Rechnung setzen müssen. In Saatow und Kogel fand Herr Professor Martini z. B. 2 Jahre vorher wesentlich mehr Anophelen. Aber Vergleichsuntersuchungen in den Elbmarschen, in Ostfriesland und auf Rügen, ja selbst in der Schweriner Gegend, die etwa um die gleiche Zeit vorgenommen wurden, zeigten, daß die Anopheleszahl an den angeführten Ortschaften Mecklenburgs relativ recht gering sein muß.

Nur wenige Gegenden in Mecklenburg haben eine ähnliche Mückendichte wie die meisten Dörfer des Kreises Emden. Mit den ostfriesischen Verhältnissen sind wohl nur Warnemünde, Markgrafenheide, Poel, Kaninchenwerder im Schweriner See und Friedrichsmoor im Sumpfgebiet der Lewitz zu vergleichen. Hier konnten im Sommer mit Leichtigkeit Hunderte von Anophelen gefangen werden, ohne daß damit der Mückenvorrat merklich abgenommen hätte.

3. Die Verbreitung der Rassen von An. mac.

Wie verteilen sich nun die einzelnen Rassen in Mecklenburg? In Tabelle 2 sind die wichtigsten Fundplätze mit den Anteilen der Rassen in verschiedenen Probefängen zusammengestellt. Verwertet sind hierbei auch die Beob-

Tab. 2. **Verteilung der Rassen von *An. mac.* an einigen Fundplätzen Mecklenburgs und der pommerschen Küste.**

Fundort	Zahl der Gelege		
	atroparvus	*messeae*	*typicus*
Wangern (Poel)	56	6	
Kaltenhof (Poel).	5	7	
Wismar	1	20	
Warnemünde	59	12	1
Markgrafenheide.	65	7	
Graal-Müritz	27	12	6
Zingst/Prerow (Darß) . .	139	28	1
Greifswald	40	19	3
Gr. Zicker (Rügen)	65	2	
Dalwitzhof	16	74	6
„Weißes Kreuz" b. Rostock		27	6
Friedrichsmoor b. Schwerin		43	
Kaninchenwerder b. Schwerin		202	
Ziegelwerder „ „		37	
Godern (Pinnower See)		13	
Satow b. Malchow		30	3
Kogel „ „		12	
Rogetz „ „		8	
Kambs b. Schwaan		34	2
Prüzen, Karcheez b. Güstrow		24	3
Haegerfelde „ „		9	2
Tessin		2	
Bad Sülze	29	18	2
Zierke b. Neustrelitz . . .		2	
Waren		6	
Müritzhof b. Waren		25	1
Federow „ „			1
Kargow		15	
Warensche Wold		24	1
Bolter Schleuse (Müritzs.)		14	

achtungen von Herrn Professor M a r t i n i aus den Jahren 1931 und 1932. Sie beziehen sich auf die Fundstellen bei Schwerin, Satow, Kogel, Rogetz, Godern und Müritz. Ganz grob läßt sich unterscheiden zwischen dem Küstengebiet, den Fundplätzen im Innern und einem Übergangsgebiet. Die vorherrschende Rasse der K ü s t e ist *atroparvus*. Unsere sonstigen Befunde über das Vorkommen dieser Rasse sind damit bestätigt und erweitert. *Atroparvus* haben wir jetzt an der ganzen Meeresküste von Emden bis Danzig beobachtet. Poel, Zingst und Prerow auf dem Darß, Greifswald und Rügen stimmen mit den übrigen Beobachtungen gut überein. Im Unterschied zu Ostfriesland ist *atroparvus* an der mecklenburgischen Küste und weiter östlich nicht überall ganz rein vertreten, sondern die Fänge zeigen mitunter Beimischung von *messeae*. In Warnemünde und Markgrafenheide ist diese Beimischung recht schwach; sie tritt bei Wismar, auf dem Darß und bei Greifswald stärker hervor. Es findet an diesen Stellen wahrscheinlich eine Einstreuung von *messeae* aus dem *messeae*-reichen Hinterland statt, während dieses Hinterland in Ostfriesland fehlt.

Im Seengebiet des B i n n e n l a n d e s ist *messeae* die vorherrschende Rasse. In reinster Form ist sie auf Kaninchenwerder und Ziegelwerder im Schweriner See und bei Friedrichsmoor auf den Lewitzwiesen vertreten. Die Fangstellen bei Schwerin mit Seeufer und Sumpfwiesen stellen zwei besonders charakteristische Biotope von *messeae* dar. Am Pinnower See, südlich von Malchow bei Satow, Kogel und Rogetz, in der Umgebung Güstrows (Haegerfelde, Prüzen usw.), im Sumpfgebiet der östlichen Müritz (Müritzhof, Federow, Kargow, Bolter Schleuse, Wold) überall findet sich die Rasse *messeae* vorwiegend. Wir dürfen ihre Anwesenheit auch an den übrigen Seen voraussetzen. *Atroparvus* fehlt in diesen Bezirken ganz.

Zu den Binnenlandplätzen ist ohne Zweifel auch Bad Sülze zu rechnen, das in Luftlinie rund 30 km vom Meer entfernt liegt. Hier ist natürlich das Auftreten der Rasse

atroparvus bemerkenswert. Ihr Vorkommen muß schon mit dem Cl-Gehalt der Brutgewässer im Zusammenhang stehen. Als Cl-Gehalt wurden in den Brutgräben von Bad Sülze bis 3,461 g ‰ gemessen. Wir kennen *atroparvus* von einer Reihe weiterer Salzstellen im Binnenlande, z. B. von Magdeburg, Eisleben, Bad Oldesloe [7]). Bad Sülze in Mecklenburg ist zu diesen Fundplätzen ohne weiteres in Parallele zu setzen.

In Ostfriesland und in den Elbmarschen habe ich die dritte und bei uns seltenste Rasse *typicus* nie gefunden. Sie mußte daher in Mecklenburg als Bestandteil bestimmter Populationen besonders auffallen. Sie zeigt sich vor allem in der Mischzone von *atroparvus* und *messeae* unweit der Küste, mitunter auch direkt an der Küste. Sie fehlt gänzlich in der Schweriner Gegend. Ihre größte Häufigkeit erreicht sie dicht bei Rostock („Weißes Kreuz").

Das Übergangsgebiet, in dem die beiden wichtigsten Rassen *atroparvus* und *messeae* zusammentreffen, wurde im unteren Warnowtal von Warnemünde in südlicher Richtung verfolgt. Die Skizze in Abb. 3 gibt eine Übersicht über die dortigen Fundplätze, und aus Tabelle 3 ist ersichtlich, wie sich die Rassen in diesem Bereich verteilen. Je weiter wir von Warnemünde südlich gehen, desto schwächer wird die ursprünglich vorherrschende *atroparvus*-Komponente in der Population, bis sie bei Kessin gänzlich aufhört. Im unteren Warnowtal wirken offenbar zwei Faktoren auf die allmähliche Abnahme des *atroparvus*-Anteils, bzw. auf die Zunahme von *messeae* in der Population ein: die direkte Entfernung vom Meer in südlicher und die Entfernung von der Warnow in östlicher und westlicher Richtung. Die Wirkung des Abstandes vom Meer erkennt man deutlich aus einer Gegenüberstellung der Fundplätze Warnemünde, Stuthof, Elmenhorst, Gehlsheim, Dalwitzhof, Kessin. Für die Wirksamkeit des zweiten Faktors vergleiche man z. B. Lütten Klein

7) Martini u. Teubner, Arch. Schiffs- und Tropenhygiene 37, Beih. 1 (1933).

Tab. 3. **Verteilung der Rassen von *An. mac.* im Tal der Unter-Warnow (Untersuchungen ausschließlich 1933).**

Fundplatz	Zahl der Gelege		
	atroparvus	*messeae*	*typicus*
Warnemünde . . .	44 (91,7%)	4 (8,3%)	
Markgrafenheide .	42 (95,5 „)	2 (4,5 „)	
Schnatermann . .	20 (100,0 „)		
Stuthof	23 (56,1 „)	18 (43,9 „)	
Elmenhorst	19 (55,9 „)	10 (29,3 „)	5 (14,8%)
Lütten Klein . . .	21 (91,3 „)	1 (4,35 „)	1 (4,35 „)
Hinrichsdorf . . .	4	3	
Oldendorf	15 (71,4 „)	5 (23,8 „)	1 (4,8 „)
Toitenwinkel . . .	10 (18,9 „)	39 (73,6 „)	4 (7,6 „)
Gehlsheim	8 (18,6 „)	30 (69,8 „)	5 (11,6 „)
Barnstorf		2	
„Weißes Kreuz" .		27 (81,8 „)	6 (18,2 „)
Dalwitzhof	16 (16,7 „)	74 (77,1 „)	6 (6,2 „)
Kessin		23 (100,0 „)	
Kambs b. Schwaan		34 (94,4 „)	2 (5,6 „)

und Elmenhorst, Gehlsheim und Toitenwinkel. Lütten Klein ist weiter vom Meer entfernt als Elmenhorst und hat trotzdem mehr *atroparvus* als Elmenhorst, weil es näher zur Warnow liegt. In der breiten Unterwarnow zwischen Warnemünde und Rostock, wahrscheinlich mindestens bis zur Schleuse in der Nähe vom Gasthaus „Weißes Kreuz" (siehe Abb. 3) machen sich offenbar noch Brackwassereinflüsse geltend. Die südliche Grenze von *atroparvus* dürfte kurz hinter Rostock, also in einer Entfernung von rund 15 km vom Meer verlaufen. Von Kessin ab südlich ist kein *atroparvus*-Gelege mehr zur Beobachtung gelangt. Westlich und östlich der Warnow liegt die Grenze aber weiter nördlich. Schon Stuthof hat reichlich *messeae*-Beimischung. Wir können uns somit die Verbreitung der Rasse *atroparvus* im unteren Warnowtal in Form eines Dreiecks vorstellen, dessen Basis die Ostseeküste bildet und dessen Spitze mit einem fast rechten Winkel etwa bei Rostock liegt. In den engeren Übergangsgebieten zwi-



Abb. 3. Skizze des unteren Warnowtals mit den Untersuchungsplätzen. 1 : 145 000.

schen *atroparvus* und *messeae,* also an der Spitze und den Schenkeln des Dreiecks tritt die Einstreuung von *typicus* wieder zutage, so besonders deutlich bei der Fundstelle „Weißes Kreuz" und Gehlsheim.

4. Ursachen der Verteilung.

Daß die geographische Verbreitung der Rassen, für die Mecklenburg nur ein Beispiel unter anderen ist, bestimmten Gesetzmäßigkeiten folgt, ist wohl nicht zweifelhaft. Die Gründe für die Art der Verteilung sind aber durchaus noch nicht völlig geklärt. Am wenigsten können wir bisher über die Rasse *typicus* sagen. In einem Gebiet wie Mecklenburg, wo *typicus* nur stellenweise als seltener Einsprengling in den Populationen anderer Rassen vorkommt, wird man auch nach diesen Gründen nicht suchen. *Typicus* steht offenbar *messeae* wesentlich näher als *atroparvus*.

Die Abgrenzung der Biotope von *messeae* und *atroparvus* ist leichter vorzunehmen. Die Tatsache, daß *messeae* rein an der Küste nicht zu finden ist, *atroparvus* aber auch weit im Innern vorkommen kann, sofern es sich nur um eine Salzstelle handelt, muß schon so gedeutet werden, daß hier der S a l z g e h a l t d e r B r u t g e w ä s s e r irgendwie eine Rolle spielt, auch wenn wir von dieser Verteilungsregel zahlreiche Ausnahmen kennen. Auf engem geographischen Raum werden wir eine solche Regel nur selten bestätigen können. Der Begriff Brackwasser- und Süßwasserrassen ist daher cum grano salis zu verstehen. Dafür kann das untere Warnowtal auch als Beispiel dienen. An den dortigen Kontrollstellen wurden in typischen, reichlich mit Larven besetzten Brutgewässern Chloranalysen vorgenommen (Tab. 4). Vergleicht man damit die Zusammensetzung der Populationen in Tabelle 3, so erkennt man deutlich, daß einem niedrigeren Cl-Gehalt des Wassers durchaus nicht immer eine höhere *messeae*-Beimischung in den Ställen entspricht. Markgrafenheide z. B. hat Süßwasser, und trotzdem kommt hier *atroparvus* fast rein vor. Deutlicher sind die umgekehrten Beziehungen: einem höheren Cl-Gehalt des Wassers entspricht in der Regel ein stärkerer *atroparvus*-Anteil in der Population, wie das Beispiel von Lütten Klein und Schnatermann lehrt. Es bestätigt sich, was auch für andere Rassenmerk-

Tab. 4. **Wasserproben von Brutgewässern aus dem Unter-Warnow-Tal.**

Datum	Ort	Art des Gewässers	g Cl in 1000 ccm	pH	Temp. in °C
27. 4. 33	Warnemünde	Sumpfloch	1,038		
26. 5. 33	Markgrafenheide	Viehtränke	0,156	7,4	
„	Schnatermann	„	3,106	7,6	
22. 8. 33	Stuthof	Tümpel	0,069	7,4-7,6	18,0
23. 8. 33	Elmenhorst	Viehtränke	0,062	7,4	17,1
„	Lütten Klein	Schilfgraben	1,986	7,4	16,4
22. 8. 33	Hinrichsdorf	Tümpel	0,121	7,6	20,0
„	Oldendorf	Tümpel	0,062	7,4	18,8
„	Toitenwinkel	Tümpel	0,076	7,2	18,4
24. 8. 33	Dalwitzhof	Graben	0,053	7,6	17,8
„	„	Karpfenteich	0,064	7,4-7,6	19,1
„	Kessin	Graben	0,059	7,4	17,2

male gilt: *Atroparvus* ist anpassungsfähiger als *messeae* und kann unter besonderen Verhältnissen die gleichen Eigentümlichkeiten besitzen wie *messeae*. Eine exakte Abgrenzung der Rassen auf Grund einer physiologischen oder ökologischen Besonderheit ist daher unmöglich.

In einem gemischtrassigen Gebiet ist die Entscheidung darüber, ob die *atroparvus*-Mücken wirklich auf Süßwasser ablegen, nicht immer sicher zu treffen. Könnte sich doch auch in der Umgebung des Platzes irgendwo Brackwasser vorfinden. Ich möchte aber glauben, daß es sich bei den Gewässern in Tabelle 4 gerade um die eigentlichen und vielfach einzigen Brutplätze handelt. Außerdem wurden bei Markgrafenheide sehr zahlreich *atroparvus*-Eier auf dem Wasser gefunden, niemals andere. Desgleichen enthielt der Süßwassertümpel bei Elmenhorst *atroparvus*-Eier. In Elmenhorst, Sülze und Prerow fanden sich *atroparvus-*, *typicus-* und *messeae*-Eier auf dem Wasser. Hiermit ist erwiesen, daß *messeae* auch auf Brackwasser ablegen kann. Der Cl-Gehalt des Wassers in Prerow betrug 3,376 g ‰.

Die im vorigen skizzierte Verbreitung der Rassen in Mecklenburg kann keinen Anspruch auf absolute Gültigkeit erheben. Dazu ist die Untersuchungszeit zu kurz und das Material nicht reichlich genug. In diesem Sinne ist Tabelle 5 zu verstehen. Nicht nur von einem Jahr zum andern, sondern bereits im gleichen Jahr machen sich Populationsverschiebungen bemerkbar, die in Sülze sogar recht beträchtlich sind. Für die Deutung dieser Verschiebungen dürften neben dem Fangdatum (die Ablagetermine der Rassen brauchen nicht gleich zu liegen) am ehesten klimatische Schwankungen, Temperaturänderungen und Niederschlagsverhältnisse herangezogen werden.

Tab. 5. **Verschiebung in der Zusammensetzung einiger Populationen.**

Fundort	Fangdatum	Zahl der Gelege (%)		
		atroparvus	*messeae*	*typicus*
Warnemünde . .	27. 7. 31	15 (62,5%)	8 (33,3%)	1 (4,2%)
„	19. 7. 33	33 (91,7 „)	3 (8,3 „)	
Müritz	30. 7. 31	4 (21,1 „)	10 (52,6 „)	5 (26,3 „)
Graal-Müritz . .	27. 4. 33	27 (60,0 „)	12 (26,7 „)	6 (13,3 „)
Gehlsheim . . .	8. 4. 33	3 (15,8 „)	15 (78,9 „)	1 (5,3 „)
„	17. 7. 33	5 (20,8 „)	15 (62,5 „)	4 (16,7 „)
Dalwitzhof . . .	20. 4. 33	6 (18,8 „)	25 (78,1 „)	1 (3,1 „)
„	15. 7. 33	10 (15,6 „)	49 (76,6 „)	5 (7,8 „)
„Weißes Kreuz“	13. 4 33		18 (90,0 „)	2 (10,0 „)
„	21. 7. 33		9 (69,2 „)	4 (30,8 „)
Bad Sülze	30. 4. 33	20 (80,0 „)	5 (20,0 „)	
„	9. 8. 33	9 (37,5 „)	13 (54,2 „)	2 (8,3 „)

5. Beziehungen zur epidemiologischen Seite der Rassenfrage.

Zum Schluß mögen noch einige wenige Angaben über die Rassenzugehörigkeit der Anophelen folgen, die sich in besonderen Teilen eines Hauses oder Gehöftes fanden (Tabelle 6). Hiermit berühren wir wieder die epide-

Tab. 6. **Vorkommen der Rassen an besonderen Plätzen.**

Fundort	Gebäudeteil	Zahl der Gelege	
		atroparvus	*messeae*
Gehlsheim	Viehstall	1	6
„	Stallboden		2
Warnemünde	Viehstall	2	
„	Strohschuppen	2	2
Markgrafenheide	Viehstall	12	1
„	Schlafzimmer	2	
Dalwitzhof	Schlafzimmer		8

miologische Seite des Rassenproblems. Besondere Vorzugsplätze der einzelnen Rassen ließen sich im Sommer nicht unterscheiden. Daß *messeae* auch in die Schlafzimmer einfliegt, zeigt Dalwitzhof. Ich habe in den Häusern Mecklenburgs, soweit ich darauf zu achten Gelegenheit hatte, nur selten Anophelen angetroffen. Dazu ist wohl die Anophelenfauna allgemein nicht dicht genug. Aber auch in Markgrafenheide wurden kaum Anophelen im Zimmer gefunden. Kann man auf der einen Seite sagen, daß bei uns in Gebieten mit reiner *messeae*-Population keine Malaria mehr vorkommt, so ist die ursprünglich viel geäußerte Vermutung, *messeae* wäre ausgesprochen „zoophil", bisher unbewiesen. Das zeigt u. a. auch die Tatsache, daß in Dalwitzhof 6 Schlafzimmeranophelen Menschenblut gesogen hatten (Tabelle 7). Soweit von anderen Plätzen Mecklenburgs die Zugehörigkeit des von den Mücken gesogenen Blutes mit der Präcipitinmethode bestimmt wurde, entspricht das Blut der Wirtstierart, die sich im Fangstall befand.

Wo wir in Deutschland und in Holland noch Malaria haben, herrscht *atroparvus* vor. Wir können aber nicht ohne weiteres sagen, daß *atroparvus* eine „gefährliche" Rasse ist. Denn sie braucht nicht immer mit Malaria vergesellschaftet zu sein. Ebenso wie die Elbmarschen, die Insel Neuwerk, Rügen und der Darß hat auch die mecklenburgische Küste reichlich *atroparvus*. Das Fehlen der

Tab. 7. **Identifizierung des Mageninhaltes einiger Anophelen nach der Praecipitinmethode.**

Fangstelle	Näherer Fundplatz	Zahl der Proben mit Reaktion auf Antiserum von			
		Mensch	Schwein	Rind	Pferd
Warnemünde	Stall		3	1	
Markgrafenheide	Schweinestall		10		
Graal-Müritz	Versch. Ställe			1	1
Kambs	Stall		1	5	
Waren	„			1	
Kargow	„		1		
Müritzhof	„		1	1	
Warensche Wold	Schweinestall		3		
Kaninchenwerder	Rinderstall			8	
Satow b. Malchow	Schlafzimmer			1	
Gehlsheim	Stall		1	5	10
Dalwitzhof	Schweinestall		14		
„	Schlafzimmer	6	5	1	

Malaria dürfte hier kaum allein mit der Anwesenheit einer bestimmten Rasse oder mit einer besonderen Eigenschaft derselben erklärt werden können.

Ich möchte nicht versäumen, allen Freunden und Helfern in Mecklenburg herzlichen Dank zu sagen, die meine Arbeiten durch Rat und Tat gefördert haben. Mein besonderer Dank gilt den Herren Professoren Schulze und Friederichs vom Entomologischen Seminar in Rostock, die mir u. a. einen Arbeitsraum im Seminar bereitwilligst zur Verfügung gestellt haben, weiterhin Herrn Dr. Brüning in Güstrow und Herrn Heinmüller in Waren.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Rostock.

Histologische Beobachtungen über die intrazelluläre Verdauung bei Dendrocoelum lacteum (Müll.) und Euscorpius carpathicus (L.)

Von **Egon Schlottke.**

Mit 3 Textabbildungen.

(Eingegangen bei der Redaktion am 22. März 1934.)

In einer früheren Arbeit (Schlottke 1934) ist gezeigt worden, daß die intrazelluläre Verdauung, als deren Spezialfall die Phagozytose von Partikeln aufzufassen ist, bei bestimmten systematischen Gruppen regelmäßig vorkommt. Sie ist also nicht abhängig von der Art der Ernährung und der Lebensweise der betreffenden Tiere. Sie ist in allen denjenigen Teilen des Darmepithels zu beobachten, die sich ontogenetisch von Dotterzellen herleiten. Im Gegensatz dazu entsteht der Darm bei allen Tieren mit extrazellulärer Verdauung aus besonderen kleinzelligen Anlagen. Der Nachweis der intrazellulären Verdauung ist möglich durch histologische Untersuchung einer normalen Fütterungsserie. Die Fütterung mit besonders kenntlichen unnatürlichen Substanzen ist also nicht notwendig, oft sogar gefährlich, da hierdurch pathologische Veränderungen des Darmepithels hervorgerufen werden können. Der Nachweis der intrazellulären Verdauung ist dadurch erleichtert, daß die betreffenden Epithelien einen

Als Sonderdruck ausgegeben am 18. Mai 1934.

weitgehend übereinstimmenden Bau haben. Da noch wenig in geeigneter Weise bearbeitetes Material vorliegt, soll im folgenden die Histologie der Darmzellen bei einem Skorpion und einer Planarie und deren Veränderungen während der Verdauung dargestellt werden.

Die Skorpione stammen von der Insel Hvar (Lesina) in Dalmatien. Für ihre Beschaffung bin ich Herrn Professor Schulze, für die Bestimmung Herrn Dr. Meise-Dresden zu großem Dank verpflichtet.

Die Tiere ließen sich in Glasschalen in Einzelhaft sehr gut halten, wenn etwas Laub zum Schutz gegen zu große Helligkeit und etwas angefeuchtetes Fließpapier zur Regulierung der Luftfeuchtigkeit dazugetan wurden. Als Futter dienten Raupen von Mehlmotten. Diese wurden nach Einbruch der Dunkelheit sehr gern genommen. Sie wurden mit den Scheren gepackt und da sie sich nicht sehr heftig wehrten, begann der Skorpion sofort mit der Mahlzeit, ohne seinen Giftstachel anzuwenden. Die Beute wird mit den Chelizeren zerkleinert und verschwindet etwa im Verlauf einer Stunde in der Mundöffnung. Vor dem Versuch mußten die Tiere etwa 4 Wochen hungern — sie können es nach Pavlovsky and Zarin (1926) bis zu einem Jahr vertragen — und wurden dann einmal gefüttert und in bestimmten Abständen nach der Fütterung fixiert. Die Tiere wurden dazu durch Abschneiden des Kopfes getötet und unter physiologischer Kochsalzlösung präpariert und kleine Stückchen der Mitteldarmdrüse in dem Gemisch von Bensley fixiert. Die Schnitte wurden dann nach Kull gefärbt.

Der Bau des Darmkanals und die Verdauungsfermente sind von Pavlovsky and Zarin (1926) eingehend untersucht worden. Sie stellten fest, daß in Glycerinextrakten des Mitteldarms sich keine Verdauungsfermente finden, in solchen der Mitteldarmdrüse ließen sich eine Amylase, eine Lipase und außerdem Proteasen, die bei saurer und alkalischer Reaktion wirkten, nachweisen. Derselben Arbeit ist eine gute Abbildung eines Schnittes durch die Mitteldarmdrüse mit den beiden Zelltypen, den Ferment- und den Verdauungszellen, beigegeben.

Die Fermentzellen haben einen basal liegenden Kern, sehr stark basophiles Plasma und darin eine Anzahl (10—25) azidophile Kugeln. Nach Beutler (1924) werden die entsprechenden Zellen bei Hydra kurz nach der Nahrungsaufnahme entleert und enthalten in ihren aus Eiweiß bestehenden Kugeln ein proteolytisches Ferment. Bei dem Skorpion ließ sich feststellen, daß die Kugeln bei einem hungernden Tier in der Mehrzahl das Fuchsin sehr festhalten, daß sie also eine ziemlich feste Konsistenz haben müssen, denn aus lockeren Gebilden wird dieser Farbstoff sehr leicht wieder herausgewaschen. Nur sehr junge und überalterte Zellen sind schwächer gefärbt, also lockerer. Dieselbe Beobachtung war an den Fermentzellen auch bei Hydra zu machen (Schlottke 1931). Eine Stunde nach der Fütterung sind bei dem Skorpion alle Eiweißkugeln der Fermentzellen bis auf wenige basal liegende nur hellrot gefärbt, also viel weniger fest. Außerdem sieht man, daß aus vielen Zellen die distal liegenden Kugeln in das Darmlumen getreten sind und sich dort aufgelöst haben. Das Hellerwerden der Kugeln ist wohl als Beginn der Quellung und Auflösung der Sekretkugeln anzusehen. Erst 22 Stunden nach der Fütterung finden sich wieder dunkelrot gefärbte, also feste Fermentkugeln. Es scheint demnach die von zahlreichen Autoren, darunter Willier, Hyman and Rifenburgh (1925) vertretene Ansicht, daß dieser Zelltyp Eiweißreserven enthalte, nicht berechtigt zu sein, zumal auch beim Hungern kein wesentlicher Abbau dieser Eiweißkugeln zu beobachten ist. Die Verminderung dieser Zellen hält sich durchaus in dem Rahmen der allgemeinen Zelldegeneration hungernder Tiere. Fermentzellen lassen sich auch noch bei sehr lange hungernden Tieren finden, wenn alle anderen Eiweißreserven bereits verbraucht sind und die Degeneration der Gewebe schon begonnen hat.

Bei dieser Gelegenheit soll die Entstehung dieser Sekretkugeln besprochen werden. Nach Millot (1926) entstehen sie im Kern der Fermentzellen und wandern dann ins Plasma aus. Bei der Nachprüfung dieser Angaben bei den Spinnen Meta Menardi (Latr.), Theridium tepidariorum C. Koch und

Tegenaria domestica Clerck ließ sich zeigen, daß zwar im Kern der Zellen des interstitiellen Gewebes Kugeln entstehen, die sich mit gewissen Farbstoffen ähnlich färben, daß aber die Sekretkugeln der Fermentzellen im Plasma entstehen. Junge Fermentzellen (Abb. 1 A) haben ein stark basophiles

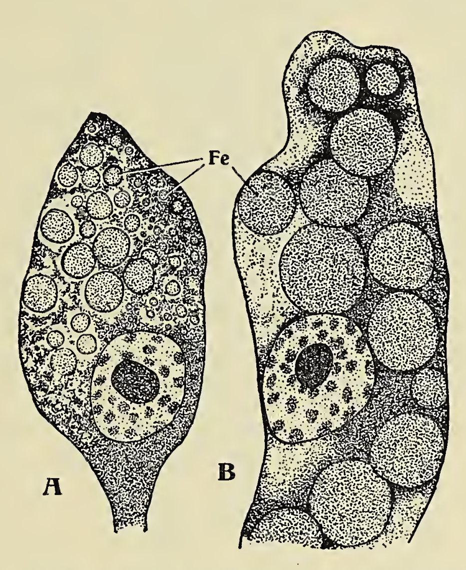


Abb. 1. Eine junge (A) und eine alte (B) Fermentzelle von Tegenaria domestica Clerck. Entstehung der Fermentkugeln im Plasma der Zelle. Nukleolus violett, Chromatin hellblau, junge Fermentkugeln hellrot, alte dunkelrot. Vergr. 1800 : 1. Färbung nach Kardos.

Plasma. Hier entstehen gleichzeitig Fermentkugeln in großer Anzahl, die anfangs sehr klein sind und im Plasma weiter heranwachsen. Bei Anwendung der Kardosfärbung lassen sich die hellrotgefärbten Sekretkugeln in dem dunkelblauen Plasma sehr leicht von dem violetten Nukleolus und dem hellblauen Chromatin unterscheiden. Im Kern läßt sich außer dem Chromatin und dem Nukleolus niemals irgendein geformtes Gebilde beobachten und diese beiden sind färberisch so stark von den jungen Fermentkugeln verschieden, daß an eine Beziehung zwischen diesen nicht gedacht werden kann. Dagegen sind bei der von Millot angewandten Färbung, die Säure-

fuchsin enthält, zum mindesten Nukleolus und Sekretkugeln nicht auseinander zu halten. In gleicher Weise sind auch die aus den Kernen des Zwischengewebes heraustretenden Exkretkugeln gefärbt, so daß diese Verwechselung leicht erklärlich ist. In reifen Fermentzellen (Abb. 1 B) sind die Sekretkugeln viel größer und dunkelrot gefärbt. Sie sind also fester geworden.

Die Drüsenzellen sind also als Fermentzellen aufzufassen. Die aus Eiweiß bestehenden Sekretkugeln entstehen im basophilen Plasma dieser Zellen. Sie sind anfangs locker, bei völliger Reife recht fest und werden bei der Überalterung und kurze Zeit nach der Fütterung wieder lockerer.

Die Verdauungszellen der Skorpione enthalten auch nach einer langen Fastenperiode noch beträchtliche Eiweißvorräte in Gestalt von ziemlich festen intensiv färbbaren Kugeln (Abb. 2 A, Ei). Außerdem sind darin noch stark lichtbrechende, aber im polarisierten Licht nicht doppelbrechende, also nicht kristalline Kugeln vorhanden, die als Exkrete aufzufassen sind. Das Plasma der Zellen ist spärlich und von zahlreichen unregelmäßig begrenzten Vakuolen durchsetzt, deren Inhalt nicht färbbar ist. Um die Exkretkugeln ist das Plasma etwas dichter. An dem distalen Ende der Zellen liegt ein schmaler Plasmasaum, irgendwelche andern Plasmakomponenten sind nicht darzustellen. Um die einzelnen Lappen der Mitteldarmdrüse herum liegt das Zwischengewebe (Z) in Form eines Pflasterepithels. Die einzelnen Zellen enthalten kleine Eiweißkugeln, außerdem Fett, das in den Präparaten nicht dargestellt ist, und stark lichtbrechende Exkrete. Ein solches Zwischengewebe findet sich bei allen Spinnentieren.

Eine Stunde nach der Fütterung (Abb. 2 B) hat das Epithel der Mitteldarmdrüse sein Aussehen wesentlich geändert. Dadurch, daß der Darm mit allen seinen Anhängen mit Nahrungsbrei gefüllt ist, sind die Zellen breiter und kürzer geworden. Der Eiweißvorrat ist in unverminderter Menge erhalten, nur macht sich in der mehr gelblichen Färbung einiger Kugeln der beginnende Abbau bemerkbar. Der distale Plasma-

saum ist viel breiter geworden und färbt sich stärker. In ihm liegen zahlreiche Vakuolen (N), die den Nahrungsbrei enthalten. Dieser ist im unfixierten Gewebe anscheinend sehr

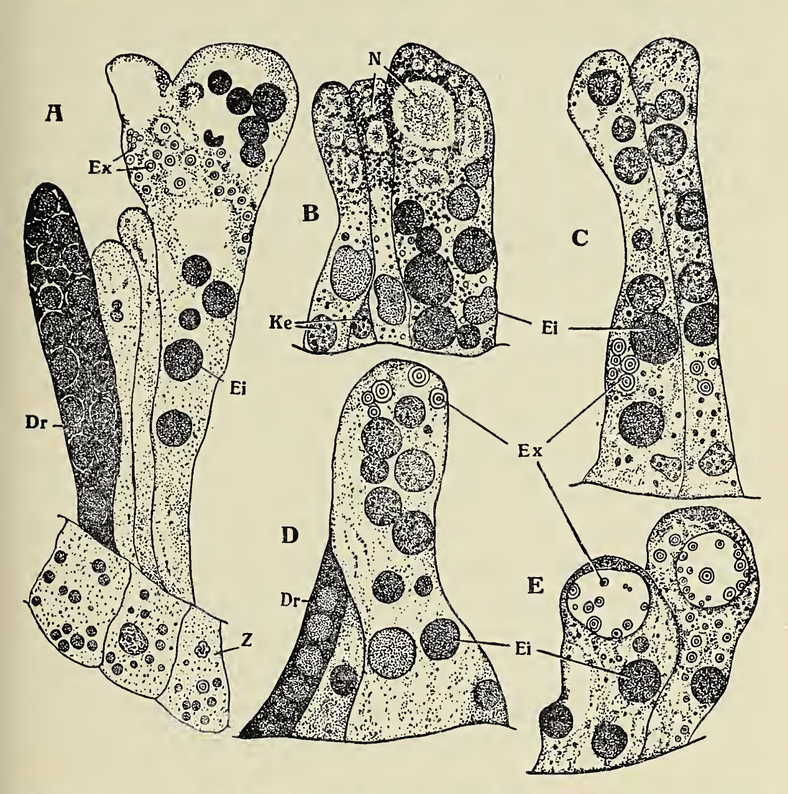


Abb. 2. Zellen aus der Mitteldarmdrüse von Euscorpius carpathicus (L.). A = vor der Fütterung, B = 1 Std., C = 9 Std., D = 22 Std., E = 3 Tage nach der Fütterung.
Ex = Exkrete, Dr = Drüsenzelle, Ei = homogene Eiweißkugeln, N = Nahrungsvakuolen, Ke = Zellkern. Vergr. 440: 1. Kull.

wasserreich, denn er hinterläßt im gefärbten Präparat nur ein sehr schwach färbbares Gerinnsel ohne irgendwelche geformten Bestandteile. An dem distalen Zellrand sind die Vakuolen ganz winzig und werden nach der Mitte wahrscheinlich durch Verschmelzung größer. Wir haben hier dasselbe Bild, das sich auch bei Pantopoden und bei Hydra

(Schlottke 1933) kurz nach der Fütterung nachweisen ließ. Um die Vakuolen herum liegen in großer Anzahl kleine, ovale, stark färbbare Granula, die sich ebenso färben wie Mitochondrien.

9 Std. nach der Fütterung (Abb. 2 C) hat der Prozeß der Kondensation der Nahrungskugeln begonnen. Die schwach färbbaren Vakuolen sind verschwunden, an ihrer Stelle liegen im Plasma große Kugeln, die Eiweiß enthalten, aber noch nicht so dicht und homogen sind, wie die Vorratskugeln. Man erkennt in ihnen noch ein Gemisch aus krümeligen festeren Bestandteilen und einer weniger färbbaren Grundsubstanz.

22 Std. nach der Fütterung (Abb. 2 D) sind diese Vorgänge weiter fortgeschritten. Die Eiweißkugeln sind dichter und homogener und sind in der Größe und Färbbarkeit den Vorratskugeln (Ei) recht ähnlich geworden, die Krümel darin sind viel feiner geworden. Eine Anzahl von ihnen ist während der Verdauung zu Exkreten (Ex) abgebaut worden. Schon in Abb. 2 B erkennt man die Verringerung der Färbbarkeit, jetzt sind einige von ihnen stärker lichtbrechend geworden, andere sind vollständig zu stark lichtbrechenden Exkretkugeln umgebaut, die in diesem Stadium noch unregelmäßig im Plasma verteilt liegen, sich aber an dem distalen Ende der Zellen anzusammeln beginnen. Im Epithel findet man zu dieser Zeit auch kleine Fermentzellen (Dr) in größerer Anzahl.

3 Tage nach der Fütterung (Abb. 2 E) ist der Verdauungsprozeß beendet. In den Verdauungszellen findet man nur Vorratseiweißkugeln (Ei) von einheitlichem Gepräge. Die Exkrete (Ex) werden am distalen Zellende in großen Vakuolen gesammelt, die in manchen Fällen bruchsackartig vorgewölbt sind. Es erscheint also die Annahme nicht unberechtigt, daß sie ihren Inhalt durch Platzen in das Darmlumen entleeren.

Die Nahrung wird also bei den Skorpionen innerhalb der Zellen der Mitteldarmdrüse abgebaut. Als Stoffwechselendprodukte finden sich darin Exkrete in Gestalt stark lichtbrechender Kugeln.

Für Dendrocoelum lacteum den Nachweis der intrazellulären Verdauung zu führen, ist nach den Arbeiten von Arnold (1910), Saint-Hilaire (1910) und Westblad (1922) überflüssig. Diese Forscher fütterten die Planarien mit Wirbeltierblut und fanden innerhalb der Zellen zunächst fast unveränderte Blutkörperchen, die dann im Laufe der nächsten Tage abgebaut wurden. Die Beobachtungen sind teils an lebenden Zellen von Zupfpräparaten, teils mit histologischen Methoden gewonnen und stimmen gut überein. Willier, Hyman and Rifenburgh (1925) fütterten Planaria dorotocephala mit Rinderleber und fixierten die Tiere in verschiedenen Abständen nach der Nahrungsaufnahme. Sie beschreiben den Gang der Verdauung sehr genau. Auch sie beobachten die Aufnahme ganzer Leberzellen in die Darmzellen der Planarien. Im folgenden soll die Verdauung von Dendrocoelum bei Fütterung mit natürlicher Nahrung dargestellt werden, um die Übereinstimmung dieses Objektes, für das die Phagozytose und die intrazelluläre Verdauung einwandfrei nachgewiesen sind, mit anderen mit gleicher Technik behandelten Tieren zu zeigen.

Die Planarien wurden mit Daphnien gefüttert. Dabei krochen die Strudelwürmer erst auf eine Entfernung von etwa 7 mm an die an der Glaswand des Aquariums schwimmenden Krebschen heran und schnellten dann ihr Vorderende an die Beute, die daran kleben blieb. Die Daphnien wurden dann zum Pharynx befördert und ausgesaugt.

Die Darmzellen eines hungernden Tieres (Abb. 3 A) enthalten in einem sehr homogenen Plasma einige Fettkugeln (F) aber kein Eiweiß mehr. Das Fett ist trotz der Behandlung mit Osmiumsäure in Xylol löslich, in den Präparaten also in den meisten Zellen nicht mehr aufzufinden. Das in den Dotterstöcken enthaltene Fett reagiert dagegen ganz anders, es ist in den Zellen immer deutlich, tief geschwärzt zu sehen. In den Verdauungszellen liegen noch einige wenige schwarz gefärbte Exkretkügelchen, die im polarisierten Licht aufleuchten.

45 Min. nach der Fütterung (Abb. 3 B) ließen sich an Schnittpräparaten im Darmlumen keine geformten Bestandteile

der Beutetiere mehr nachweisen. Sämtliche Zellen und auch die Kerne waren in einen Brei verwandelt. Ob hierfür Fermente verantwortlich gemacht werden müssen, kann nicht entschieden werden. Westblad (1922) ist der Ansicht, daß die Saugwirkung des mit kräftigen Muskeln ausgestatteten

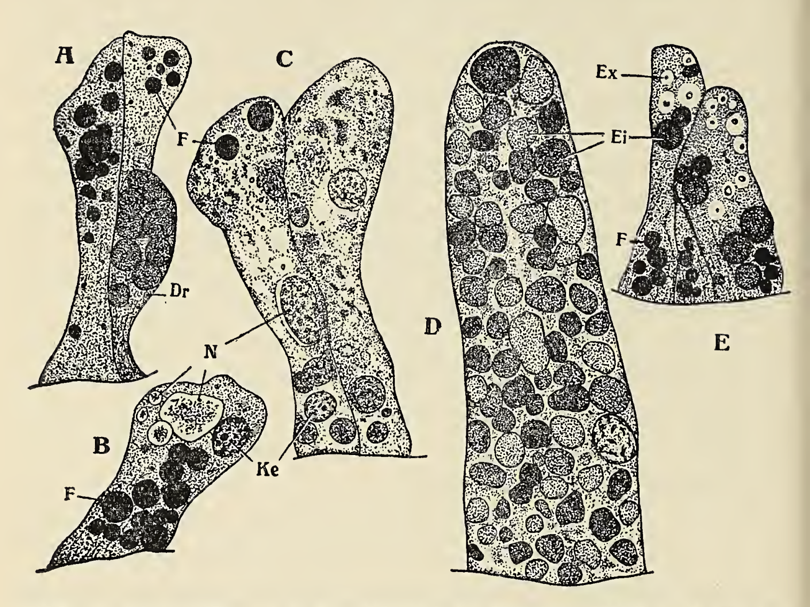


Abb. 3. Darmzellen von Dendrocoelum lacteum (Müll.). A = vor der Fütterung, B = 45 Min., C = 4½ Std., D = 2 Tage, E = 9 Tage nach der Fütterung.
F = Fettkugeln, Dr = Drüsenzelle, N = Nahrungsvakuole, Ke = Zellkern, Ex = Exkrete, Ei = homogene Eiweißkugeln. Vergr. 660:1. Kull.

Pharynx genügt, die Beutegewebe zu zerkleinern. Der Brei wird dann in die Zellen aufgenommen. Man findet ihn darin als feines Gerinnsel, im distalen Plasmasaum in Vakuolen (V) verschiedener Größe. Fettkugeln (F) sind in den Zellen noch reichlich vorhanden.

Im nächsten Stadium, 4½ Std. nach der Fütterung (Abb. 3 C) sind in den Verdauungszellen zahlreiche grobgranulierte Eiweißvakuolen (N) vorhanden. Die distal liegenden sind noch lockerer, enthalten weniger fällbare Substanzen.

Nach der Basis der Zelle zu werden sie immer kompakter und ihre anfangs unregelmäßige Form wird immer kugelähnlicher.

2 Tage nach der Fütterung (Abb. 3 D) ist die ganze Zelle mit Eiweißkugeln vollgepfropft. Sie sind nicht alle gleich fest, sondern nach der verschiedenartigen Färbung zu schließen, ist ein Teil noch im Stadium weiterer Kondensation, andere werden weiter verarbeitet.

Die Endprodukte einer Verdauungsserie findet man in dem 9 Tage nach der Nahrungsaufnahme fixierten Tier (Abb. 3 E). Es sind einige kompakte, ganz gleichmäßig gefärbte Eiweißkugeln (Ei) vorhanden, wie sie auch bei den Skorpionen nachzuweisen waren. Ferner liegen jetzt in der Zelle wieder Fettkugeln und außerdem besonders im distalen Teil einige stark lichtbrechende, kristalline (im polarisierten Licht aufleuchtende) Exkretgranula (Ex), diese meist in Vakuolen. Nach der Ansicht von Willier, Hyman and Rifenburgh (1925) wird alles in die Verdauungszellen aufgenommene Eiweiß in wenigen Tagen in Fett umgewandelt und als solches längere Zeit gespeichert. Dieses Fett dient dann als Energiequelle für den Stoffwechsel während der Nahrungsaufnahme in die Zelle und ist daher in den Stadien einige Stunden nach der Nahrungsaufnahme nicht mehr nachzuweisen. Bei dem vorliegenden Versuch wurde nichts beobachtet, was gegen diese Hypothese spricht.

Aus den hier besprochenen Versuchen geht hervor, daß bei Dendrocoelum der Verdauungstyp derselbe bleibt, gleichgültig, ob die Nahrung erst in der Zelle ihre Form verliert (Blutkörperchen, Leberzellen) oder ob diese Auflösung bereits im Darmlumen vor sich geht (Gewebe von Daphnien).

Die hier beschriebenen Zellbilder sind in völlig gleicher Weise auch bei den anderen Tieren mit intrazellulärer Verdauung vorhanden. Der Nachweis dafür wurde für Hydra und die Pantopoden bereits geliefert.

Erwähnte Arbeiten.

Arnold (1910), J. of microsc. Sc. 54.
Beutler (1924), Zs. f. vergl. Physiol. 1.
Millot (1926), Suppl. au Bull. Biol. de France et de Belg. 7.
Pavlovsky and Zarin (1926), Quart. J. of microsc. Sc. 70.
Saint-Hilaire (1910), Zs. f. allg. Physiol. 11.
Schlottke (1931), Zs. f. mikrosk.-anat. Forschg. 24.
„ (1933), ebenda 32.
„ (1934), Biol. Zentralbl. 54.
Westblad (1922), Acta Univ. Lundensis. N.S. Avd. 2. 18.
Willier, Hyman and Rifenburgh (1925), J. of Morphology. Philadelphia 40.

Sitzungsberichte und Abhandlungen

der

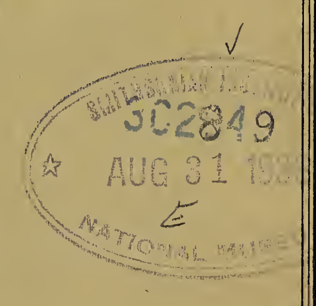
Naturforschenden Gesellschaft zu Rostock

Dritte Folge — Band V 1935

Organ der Naturforschenden und Medizinischen Gesellschaft zu Rostock

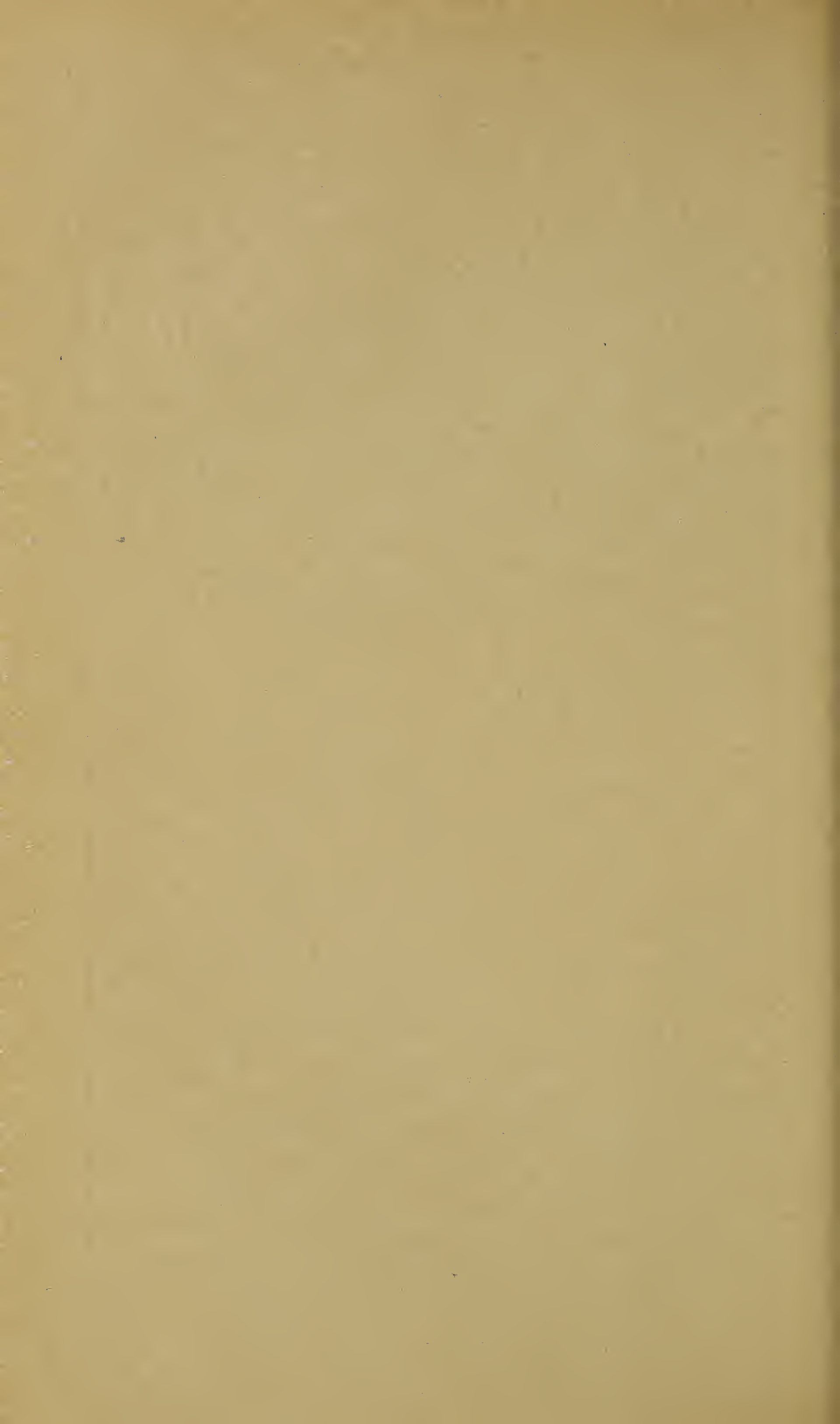
Im Auftrage der Gesellschaft herausgegeben von

E. Schlottke





Carl Hinstorffs Verlag · Rostock
1935



SITZUNGSBERICHTE UND ABHANDLUNGEN

DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT ZU ROSTOCK

DRITTE FOLGE – BAND V 1935

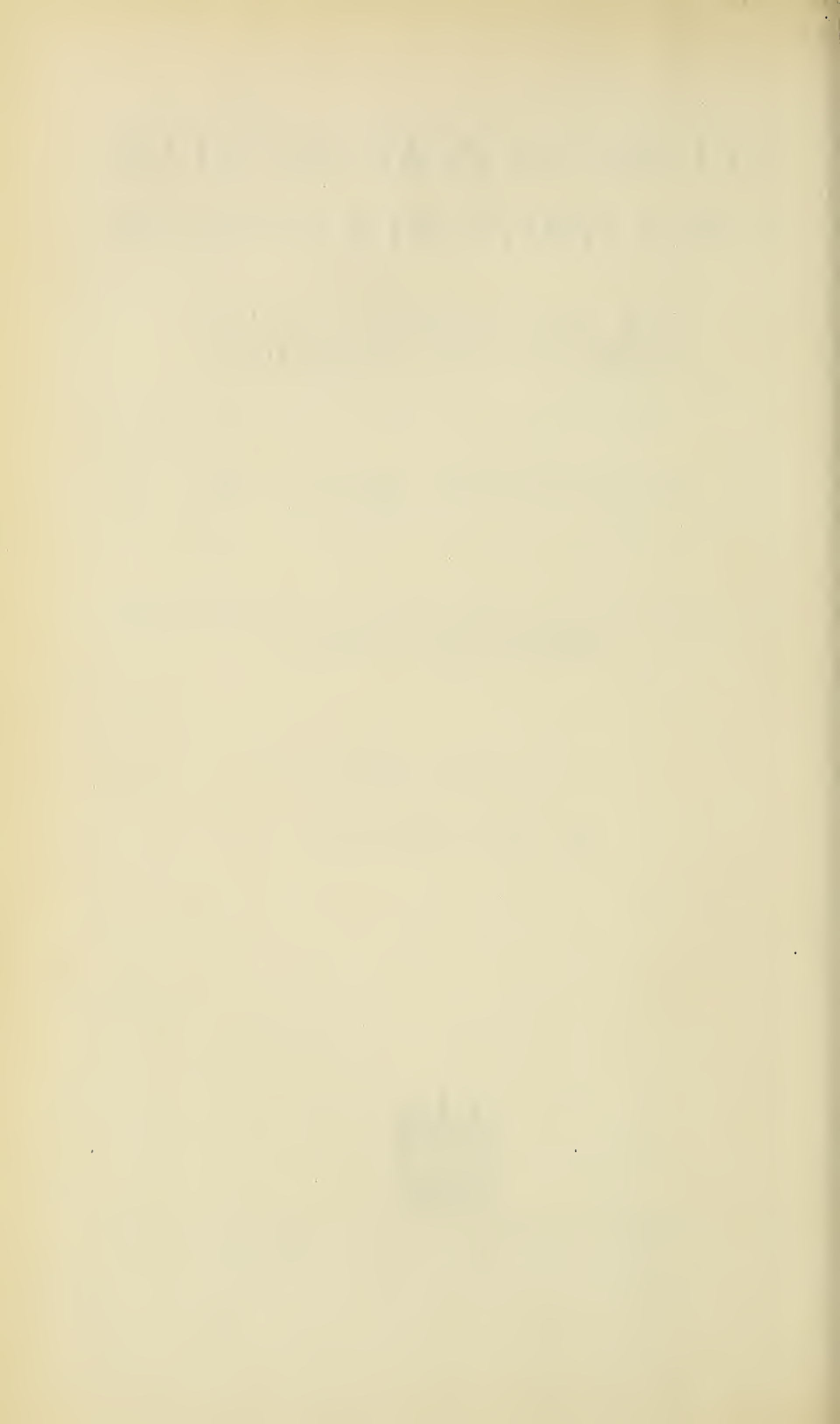
ORGAN DER NATURFORSCHENDFN UND MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT ZU ROSTOCK

IM AUFTRAGE DER GESELLSCHAFT
HERAUSGEGEBEN VON

E. SCHLOTTKE



CARL HINSTORFFS VERLAG / ROSTOCK 1935



Ueber die Wirkungen des Melanophorenhormons am Froschauge.

Von **K. G. Caesar**, Rostock.

Vorgetragen in der Sitzung am 17. Mai 1934.

Wie kam man dazu, anzunehmen, daß Beziehungen zwischen Melanophorenhormon und Auge bestehen? Im Jahre 1898 entdeckten die italienischen Forscher Corona und Moroni die Fähigkeit des Adrenalins, die Melanophoren in der Froschhaut zur Kontraktion zu bringen und so einen dunkel aussehenden Frosch aufzuhellen. In den ersten Nachkriegsjahren stellten dann Atwell sowie Hogben und Winton die Fähigkeit der Hypophyse fest, im entgegengesetzten Sinne zu wirken. Mehr zufällig hatte man gefunden, daß das Adrenalin einen Einfluß auf die objektiven Veränderungen am Froschauge bei Hell-Dunkel-Wechsel hat. A. Jores war nun auf den Gedanken gekommen, einmal untersuchen zu lassen, ob auch am Froschauge eine antagonistische Wirkung des M.H. zum Adrenalin bestehe. Man konnte dies um so mehr annehmen, als Adrenalin und M.H. einen antagonistischen Einfluß auf die Adaptationsfähigkeit des menschlichen Auges besitzen. Adrenalin verschlechtert, ins Auge eingeträufelt, die Adaptionsfähigkeit, während das M.H., wie A. Jores zeigen konnte, diese verbessert.

Welche objektiven Veränderungen kennen wir nun am Froschauge bei Hell-Dunkel-Wechsel? Zunächst kennen wir eine Änderung der Pupillenweite. Im Dunkeln ist die Pupille weiter, im Hellen enger. Sodann kennen wir Änderungen im Sehpurpurgehalt der Retina bei Hell-Dunkel-Wechsel. Die Netzhaut eines im Dunkeln befindlichen Frosches zeigt reichliche Sehpurpurmengen; sie sieht purpurrot aus. Dagegen

Als Sonderdruck ausgegeben am 3. September 1934.

schwindet im Hellen der im Licht schnell bleichende Sehpurpur der Netzhaut; diese sieht gelblich bis weiß aus. — Sodann kennen wir im Froschauge bei Hell-Dunkel-Wechsel Lageveränderungen der Zapfen und des retinalen Pigments. Eine Bewegung der Stäbchen, wie wir sie von den Fischen her kennen, findet sich im Froschauge nicht. Überhaupt nehmen diese Lageveränderungen in der Netzhaut immer mehr an Ausmaß ab, je höher wir in der Tierreihe kommen. So findet im menschlichen Auge eine Bewegung von Pigment und Zapfen wenn überhaupt, so nur in geringfügigem Maße statt. Noch weitere Änderungen der Retina bei Hell-Dunkel-Wechsel sind bekannt, so ein Wechsel der chemischen Reaktion, sowie Färbbarkeitsänderungen.

Wir versuchten nun zunächst durch Einträufeln ins Auge oder durch subcutane Injektion des M.H. bei einem im Hellen befindlichen Frosch Dunkelstellung des retinalen Pigments zu erzeugen. Dies gelang jedoch im allgemeinen nicht mit Ausnahme einer Versuchsanordnung, in der wir recht hohe Hormonkonzentration und kurzen Zwischenraum zwischen Einspritzen und Töten gewählt hatten. Aber bei der sehr hohen Anzahl negativer Versuche handelt es sich doch nur um einzelne Ausnahmen. Immerhin ermutigten sie uns zu weiteren Untersuchungen, da ein spontanes Auftreten von Dunkelstellung im Hellen nie zur Beobachtung kommt. So kamen wir auf den Gedanken, zu untersuchen, ob das M.H. vielleicht imstande wäre, die normalerweise im Dunkeln eintretende Dunkelstellung des Pigments zu beschleunigen. Daß dieses nun in der Tat der Fall ist, konnten wir klar nachweisen. Besonders eindrucksvoll sind die Träufelversuche, wo das Auge, in das das M.H. eingeträufelt war, schon Dunkelstellung zeigt, während sich das unbehandelte Auge ein und desselben Frosches noch in Hellstellung befindet.

Wie sind nun diese anfänglichen Mißerfolge im Hellen zu erklären? Es muß schon so sein, daß das M.H. im Hellauge einfach nicht zur Wirkung kommt. Das geht schon aus der Tatsache hervor, daß das Hellauge sehr wohl M.H. enthält. Besonders beweisend für diese Annahme ist der folgende Versuch: Wir setzten Frösche vom Hellen in ein beleuchtetes Aquaterrarium mit dunklem Grund, auf dem

die Frösche bekanntlich ganz besonders dunkel werden, weitaus dunkler, als wenn man sie ins absolut Dunkle setzt, eine Erfahrungstatsache, die zunächst ungeklärt bleibt. Während sich nun die Hautmelanophoren dieser Frösche langsam ausbreiteten, und die Frösche so schließlich extrem schwarz wurden, blieben die Augen in Hellstellung. Wie man an den Hautmelanophoren sieht, wurde hier also offenbar von der Hypophyse Hormon ins Blut ausgeschüttet; dieses muß ja auch zum Auge gekommen sein, kam hier aber nicht zur Wirkung auf das retinale Pigment.

Da ja das M.H. in der Hypophyse erzeugt wird, meinten wir, durch Herausnahme der Hypophyse im Froschauge das Eintreten einer Dunkelstellung verhindern oder doch erschweren zu können. Es zeigte sich aber das gerade Gegenteil. Die hypophysektomierten Frösche haben eine ungewöhnliche Neigung zur Dunkelstellung. So zeigen normalerweise Frösche, die 48 Stunden ununterbrochen im absolut Dunkeln gesessen haben, keine Dunkelstellung ihrer Augen mehr, hypophysektomierte dagegen deutlich Dunkelstellung. Wie ist dieses eigentümliche Verhalten zu erklären? Vor einigen Jahren berichtete der Japaner Bun-ichi Hasama in einer Arbeit, daß hypophysektomierte Frösche sich häufig stark verdunkeln. Diese Tatsache erklärte er folgendermaßen: Die größten Mengen von M.H. befinden sich in den zum Zentralnervensystem hin gelegenen Partien der Hypophyse. Es gelingt nun bei der Operation nicht, gerade diese größten Hormonspeicher zu entfernen. Sie werden dagegen bei der Operation gereizt und schütten nun Hormon aus. Ehe sich diese Reservoire erschöpft haben, sind die Frösche meist gestorben. Man könnte auch heranziehen die Befunde von Scharrer, der bei der Kröte, neuerdings auch bei anderen Tieren, im Zwischenhirn ein drüsiges Organ fand, das er als Zwischenhirndrüse bezeichnet, und von dem anzunehmen ist, daß es in der Lage ist, Hypophysenhormone zu bilden, und bei Ausfall der Hypophyse vikariierend einzutreten.

Es gelang uns auch, durch einfache mechanische Reizung der Hypophyse Frösche maximal zu verdunkeln, und gleichzeitig ging auch das Augenpigment in Dunkelstellung über.

Wenn bis jetzt von Dunkelstellung die Rede war, so ist Dunkelstellung des Pigmentepithels gemeint gewesen. Die

Lageänderungen des Pigments sind schon mit schwacher Vergrößerung auch für einen Ungeübteren ganz leicht zu sehen. Um so schwieriger erkennt man die Lageänderungen der Zapfen; diese sind nur mit starker Vergrößerung und auch dann nur bei einiger Übung sichtbar.

Wir müssen nun sagen, daß das M.H. auf die Bewegungen der Zapfen keinen Einfluß hat. Nie haben wir es beobachtet, daß die Zapfen eine Dunkelstellung zeigen, das Pigment dagegen Hellstellung. Das Umgekehrte, also Hellstellung der Zapfen und gleichzeitig Dunkelstellung des Pigments kommt unter physiologischen Bedingungen ebenfalls nicht vor. Dagegen läßt sich durch Applikation von M.H. ein solcher Zustand erzielen. Da nämlich nur die Pigmentbewegungen durch das M.H. beeinflußt werden, kommen Bilder mit diesem absolut unphysiologischen Verhalten zustande, daß Pigment und Zapfen gewissermaßen auseinandergerissen sind. Man muß annehmen, daß der Regulierungsmechanismus der Zapfenbewegung ein anderer ist als der der Pigmentbewegung. So gehen nach den Untersuchungen von Dittler bei Belichtung nur eines Teiles der Netzhaut allmählich die Zapfen der gesamten Netzhaut in Kontraktionszustand, also Hellstellung über. Beim Pigmentepithel dagegen gehen nur die direkt belichteten Teile in Hellstellung über; so kann man also von Pigment direkte „Optogramme“ erzielen, was bei den Zapfen, wie gesagt, niemals gelingt.

Gegen unsere Behauptung, daß das M.H. die Dunkelstellung des Pigments erzeugt oder fördert, könnte man nun vielleicht noch einwenden, vielleicht verenge das M.H. nur die Pupille, und nur durch den dadurch bewirkten geringen Lichteinfall gehe das Auge mehr in die Dunkelstellung über. Wir konnten nun aber eindeutig nachweisen, daß das M.H. gerade die Pupille erweitert. Schon im Jahre 1920 konnte Pollock nachweisen, daß ein Auszug der Hypophyse, der allerdings alle möglichen Hormone enthielt, erweiternd auf die Pupille wirkt.

Bezüglich der Änderungen des Sehpurpurgehalts der Retina müssen wir nun einstweilen zu dem Schluß kommen: das M.H. beeinflußt die Sehpurpurmenge nicht. Zwar hatten wir zu Anfang der Untersuchungen mehrere recht eindeutige Ergebnisse, nach denen das M.H. den Sehpurpur in der

Retina vermehren würde. Da diese Ergebnisse aber später von uns nicht reproduziert werden konnten, müssen wir vorläufig eine Beeinflussung ablehnen. Die Frage muß aber doch wohl noch als etwas ungeklärt gelten. A. Jores wird weitere Untersuchungen hierüber anstellen. Der Regulationsmechanismus der Sehpurpurregeneration scheint ja auch ein anderer zu sein als der der Pigmentwanderung. So ist das isolierte Auge eines Hellfrosches sehr wohl imstande, ins Dunkle gebracht, Sehpurpur zu regenerieren, niemals jedoch in die Dunkelstellung des Pigments überzugehen. Auch zahlreichen anderen Untersuchern ist es nicht gelungen, ein isoliertes Auge eines Hellfrosches im Dunkeln in die Dunkelstellung des Pigments zu bringen; das Gegenteil, also das isolierte Auge eines Dunkelfrosches in die Hellstellung zu bringen, gelingt ohne Schwierigkeiten. Es gelang uns nun aber bei Zufuhr von M.H., das isolierte ins Dunkle gebrachte Auge eines Hellfrosches in Dunkelstellung zu bringen.

Zusammenfassend kann man also sagen, das M.H. erweitert die Pupille, und es fördert die normalerweise am Dunkelauge eintretende Pigmentwanderung. Bei Lichteinfall kommt fast niemals eine Dunkelstellung des retinalen Pigmentes zustande. Noch ungeklärt müssen die Fragen gelten, ob das M.H. zur Dunkelstellung des retinalen Pigmentes unbedingt erforderlich ist, da es bis jetzt noch mit keiner Methode gelungen ist, einen sicher M.H.-freien Frosch zu bekommen, sowie ob das M.H. die Sehpurpurmenge beeinflußt.

Hormonale Verschiebung in Hypophyse und Auge mit dem Wechsel zwischen Licht und Dunkelheit.

Von cand. med. **Gaston Schroff**, Rostock.

Vorgetragen in der Sitzung am 17. Mai 1934.

In einer Versuchsreihe über das Verhalten des Melanophorenhormons in der Hypophyse und im Auge bei Licht und Dunkelheit fand A. Jores[1]), daß diese Organe bei alkalischer Extraktion im Dunkeln mehr Melanophorenhormon (M.H.) enthielten, als die Organe von Helltieren. Bald darauf kam eine Arbeit der Kieler Autoren Koller und Rodewald zur Veröffentlichung, in welcher festgestellt wurde, daß bei Extraktion der Hyp. mit Ringerlösung dieselbe bei Hellfröschen einen beträchtlichen M.H.-Gehalt aufwies, während Dunkeltiere, mit ihrer Methode untersucht, keine nachweisbare Hormonmenge enthielten.

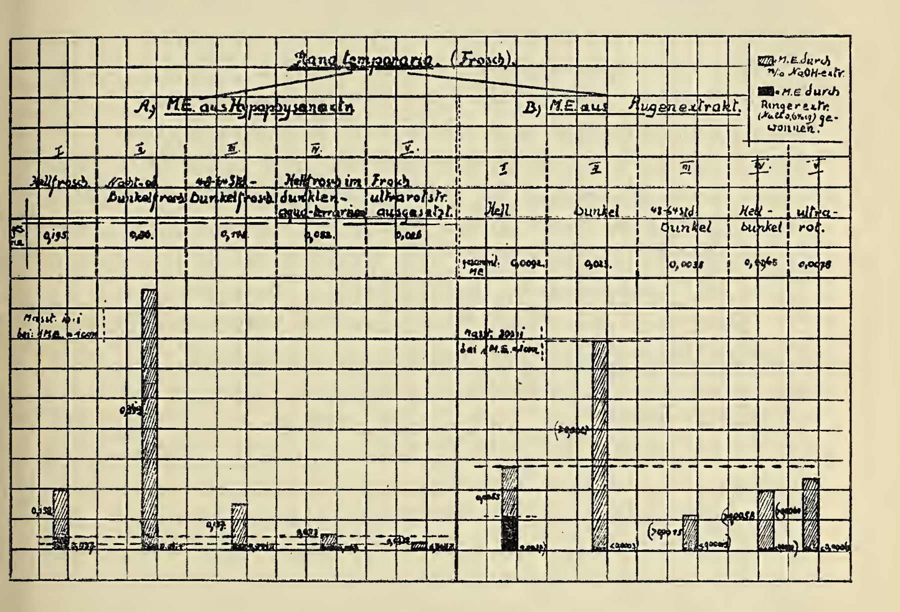
Die Befunde von Jores einerseits und diejenigen von Koller und Rodewald andererseits zeigen einen Widerspruch und weisen darauf hin, daß bei beiden Autoren, von denen der eine (Koller-Rodewald) wäßrigen, der andere (Jores) alk. Extrakt verwandte, ein wesentlicher Unterschied auftrat. Wie auch Jores fand, ist es in der Tat so, daß die Ausbeute an Melanophoreneinheiten (M.E.) aus dem Hyp.-Ringerextrakt sehr viel geringer ist, als wenn man das gleiche Organ mit n 10 Na OH extrahiert. Aus vorliegenden sowie weiteren Untersuchungen von Jores, auf die hier

---

1) A. Jores, Klin. Wochenschrift 1933 Nr. 41. Koller-Rodewald, Pflügers Archiv Band 232, 1933, 5. Heft.

Als Sonderdruck ausgegeben am 3. September 1934.

nicht näher eingegangen werden kann, darf es als sicher gelten, daß die Ursache für dieses Verhalten darin liegt, daß jede Hyp., d. h. also jeder wäßrige bzw. Ringerextrakt aktives Hormon plus eine auf die Hautmelanophoren inaktive Form enthält, und daß diese inaktive Form durch schwaches Alkali aktiviert wird. Diese Unterscheidung zwischen aktivem Hor-



mon und der inaktiven Form ist, wie vorstehende Versuche ergaben, sehr wichtig und erklärt den scheinbaren Widerspruch zwischen den Befunden von Jores und den der beiden Kieler Autoren Koller-Rodewald. Wenn nun in den nachfolgenden Ausführungen der Begriff „aktives Hormon" gebraucht wird, so ist damit der Gehalt des wäßrigen Extraktes an aktivem M.H. gemeint, mit dem Ausdruck „inaktiver Stoff", der Gehalt des alkalischen Extraktes, wobei jedoch noch gesagt sei, daß im alk. Extrakt auch noch der aktive Hormonteil enthalten ist.

Wenn man nun die Verhältnisse des aktiven Hormons wie auch die des inaktiven Stoffes von einem Tier, das sich im Hellen aufhielt, und einem anderen, welches 1 bis 6 Stunden im Dunkeln gehalten wurde, einmal vergleicht, so findet

man, daß der Gehalt an aktivem Hormon bei Dunkeltieren absinkt, der an inaktivem Stoff stark ansteigt (s. Darstellung). Hieraus geht eindeutig hervor, daß die Extraktionsmethode die Ursache der oben aufgezeigten Widersprüche darstellt.

Die Tabelle zeigt, daß der Gehalt der Hyp. an aktivem Hormon und inaktivem Stoff sich völlig unabhängig voneinander ändert. Diese Beobachtung läßt nun den Schluß zu, daß durch das Behandeln mit Alkali eine inaktive Form aktiviert wird. Die Ursache für den stärkeren Effekt wäßriger Extrakte nach Behandeln mit Alkali kann demnach nicht auf einer Änderung des aktiven M.H. selbst beruhen. Ob jedoch dieser inaktive Stoff ein Praehormon des M.H. darstellt, oder aber schon als aktives Hormon eine andere Aufgabe hatte, kann nicht sicher gesagt werden. Es besteht aber die Wahrscheinlichkeit, daß dem inaktiven Stoff als solchem schon ein Angriffspunkt als Hormon im Auge zukommt.

Somit war also dieser Widerspruch bei Hell- und Dunkelfröschen geklärt, und nun stellten wir uns einmal die Frage, wie wohl die Verhältnisse des aktiven Hormons und des inaktiven Stoffes bei Tieren sind, welche 48 Stunden und länger im absoluten Dunkel gehalten wurden. Die Hyp. und Augenextrakte wiesen, wie die graphische Darstellung 1 deutlich zeigt, folgendes Verhalten des aktiven Hormons und des inaktiven Stoffes in Hyp. und Augen auf. Das aktive Hormon und der inaktive Stoff sind unter die Werte bei Helltieren abgesunken. Das Netzhautpigment zeigt Hellstellung (Caesar).

Die Hautmelanophoren (H.M.) sind bei diesen Tieren, was ebenfalls bemerkenswert erscheint, wieder in Kugelform, d. h. also Hellstellung übergangen, was besagt, daß wahrscheinlich kein aktives Hormon zur Dunkelstellung derselben mehr zur Verfügung steht. Es ist also gleichsam ein Erschöpfungszustand durch andauernden Verbrauch in der Hormonbildung eingetreten, und zwar ist es möglich, daß bei fehlendem Lichtreiz keine Regeneration mehr erfolgen kann. Diese Überlegung veranlaßte uns, einmal nachzuprüfen, welche M.E.-Werte bei Fröschen in der Hyp. und im Auge zu finden sind, die, wie Caesar in seinen Versuchen angibt, in einem belichteten Aquaterrarium mit dunklem Grund gehalten wurden. Wir haben gehört, daß diese Tiere enorme Dunkel-

stellung der H.M. zeigen, die Augen aber Hellstellung beibehielten. Unter diesen Bedingungen hielt ich Frösche 4 bis 6 Stunden lang, also auf dunklem Grund bei hellem Licht, und fand, daß aktives Hormon wie inaktiver Stoff weit unter dem Wert des Hellfrosches liegen. Die Augen solcher Tiere zeigen wiederum Hellstellung (Caesar).

Diese starke Dunkelstellung der H.M. können wir vielleicht durch den, wenn wir so sagen wollen, Wettkampf von hellen und dunklen Lichtreizen erklären, wobei das Dunkel, wie der Versuch zeigt, inaktiven Stoff bildet und das aktive Hormon in den Körper bringt, der helle Lichtreiz aber gleichzeitig das aktive Hormon bildet, welches dann sofort wieder durch den Eindruck „Dunkel" weggeschafft wird.

Das Ergebnis dieses letzten Versuches läßt die Vermutung zu, daß die Wellenlänge des Lichtes für das Auftreten des aktiven M.H. sowie vielleicht auch des inaktiven Stoffes von größter Wichtigkeit ist, zumal Versuche von Koller-Rodewald zeigten, daß bei Violettbestrahlungen von Fröschen in der Hyp. aktives Hormon gefunden wurde, während gelb und rot bestrahlte Tiere fast kein aktives Hormon enthielten.

Wir kamen so darauf, einmal festzustellen, welche Wirkung denn Ultrarotstrahlen auf das Auge ausüben, und wie sich hierbei die M.E.-Werte der beiden Formen des Hormons verhielten. Eine Stunde bestrahlte Tiere zeigten gleiche Werte wie Dunkelfrösche, was sich aber bei Bestrahlung von 10 bis 16 Stunden erheblich änderte, wie die graphische Darstellung zeigt. Auch hier sinkt das aktive Hormon sowie der inaktive Stoff weit unter die Werte von Hellfröschen. Die Augen zeigen bei Ultrarotbestrahlungen Hellstellung (Caesar). Bemerkenswert ist noch, daß die Hautmelanophoren solcher bestrahlten Tiere eine Zwischenstellung zeigten zwischen der Stechapfelform der H.M. von Dunkelfröschen und der starken netzartigen Ausbreitung der H.M. bei Dunkelaquaterrariumfröschen.

Aus diesen ganzen Versuchen geht hervor, daß die Dunkelstellung der Augen durch den inaktiven Stoff möglicher erscheint, als durch das aktive M.H. Dieser Gedanke läßt auch die Vermutung zu, daß vielleicht im Auge eine

Umbildung des inaktiven Stoffes durch bloßen kurzwelligen Lichtreiz möglich wäre und das gebildete aktive Hormon in der Hyp. sekund. gespeichert wird. Dies wurde aber ziemlich widerlegt durch zwei Versuche,

1. mit isolierten Dunkelaugen, die einige Stunden belichtet wurden, jedoch keine Veränderungen der M.E. zeigten und
2. mit Meerschweinchen, deren Hyp. mit physiologischer Kochsalzlösung eine halbe bis dreiviertel Stunde durchspült wurden, wobei es nicht möglich war, eine der beiden Hormonformen austreiben zu können.

Es war nun noch von prinzipieller Wichtigkeit einmal nachzusehen, ob die bisher erhobenen Befunde beim Frosch auch für Warmblüter Geltung haben. Als Versuchstier diente mir dabei die weiße Maus, deren gute Adaptationsfähigkeit im Dunkeln ja jedem bekannt ist. Die Extrakte dieser Versuche zeigen keine prinzipiellen Änderungen im Auftreten und Wechsel des aktiven Hormons wie des inaktiven Stoffes bei Hell- und Dunkeltieren gegenüber Kaltblütern. Auffällig war dabei die geringe Abnahme des aktiven Hormons bei Dunkelmäusen gegenüber hellen, und die Steigerung des inaktiven Stoffes bei absoluter Dunkelheit.

Das starke Ansteigen des inaktiven Stoffes, der ja den weitaus größten Anteil des alkalischen Extraktes darstellt, spricht mit großer Wahrscheinlichkeit dafür, daß, wie Jores fand, die Fähigkeit, im Dunkeln zu sehen, von der in der Hyp. gefundenen Melanophorenhormonmenge abhängig ist, so daß nach meinen Versuchen dieser Vorgang aber nicht durch das aktive Hormon, sondern eher durch den inaktiven Stoff begünstigt oder gefördert wird.

Prinzipiell findet man jedoch keine Änderung im Auftreten und Wechsel der Verhältnisse von aktivem Hormon zu inaktivem Stoff, bei Kalt- und Warmblütern in Hyp. und Auge.

Aus den Versuchen von Caesar geht hervor, 1. daß die D.St. der Augen durch das M.H. gefördert wird, 2. daß ein Frosch bei völliger Dunkelheit jedoch höchstens eine ganz schwache Dunkelstellung seines Hautpigmentes zeigt. Dies ist ein Widerspruch, der durch vorliegende Befunde evt. erklärt werden kann, denn wir finden, daß der Dunkelfrosch viel

inaktiven Stoff und wenig aktives H. enthält, der Hellfrosch weniger inaktiven Stoff, dafür aber viel aktives H. Es ist naheliegend, daraus zu schließen, daß das aktive H. Melanophoren expandierende Wirkung hat, während sich die Wirkung des inaktiven Stoffes scheinbar vorwiegend auf das Netzhautpigment beschränkt. Mit dieser Annahme steht jedoch im Widerspruch, daß in Versuchen von Caesar eine alk. Extraktion des M.H., von der wir annehmen, daß sie keinen inaktiven Stoff mehr enthält, zur Verwendung kam und trotzdem die Augen zur Dunkelstellung übergingen. Zur Klärung dieses Widerspruchs wäre es möglich, daß der inaktive Stoff in dem Auge des Dunkelfrosches in die wirksame aktive Form umgewandelt wird, und so Dunkelstellung des Auges bewirkt. Dies würde übereinstimmen mit der schon längst bekannten Tatsache, daß die Dunkelnetzhaut alkalisch, die helle dagegen sauer reagiert. Jores hat gefunden, daß das schwach alkalisch reagierende Blut in der Lage ist, aus der inaktiven Stufe das aktive Hormon abzuspalten. Damit wäre auch die Möglichkeit gegeben, daß die Dunkelnetzhaut ebenfalls diese Fähigkeit hat, und dann wäre es auch verständlich, daß in dem Auge des belichteten Frosches, dessen Netzhaut sauer reagiert, keine Dunkelstellung zustande kommt, weil eben bei sauerer Reaktion der inaktive Stoff nicht aktiviert wird. Diese Hypothese wäre auch dazu in der Lage, den Befund zu erklären, daß im Hellauge Dunkelstellung des Pigmentes auch mit großen Hormonmengen nicht bzw. nur sehr schwer zu erzielen ist. Man könnte sich also vorstellen, daß infolge der alkalischen Reaktion nur die Dunkelnetzhaut in der Lage ist, aus der inaktiven Stufe das aktive Hormon abzuspalten. Es soll immerhin nicht verkannt werden, daß aus den vorliegenden Versuchen mit größerer Wahrscheinlichkeit hervorgeht, daß der inaktive Stoff die Pigmentstellung im Auge bewirkt. Es ist durchaus möglich, daß in den Versuchen von Caesar in der Lösung, die zur Verwendung kam, noch inaktiver Stoff vorhanden war. — Als sichere Befunde können wir zusammenfassend ansehen

1. zwei Arten von Stoffen sind gefunden worden, welche aus den Augen und der Hypophyse auf die Melanophoren der Haut expandierende Wirkung ausüben.

Der eine (akt. Hor.) in wäßriger Lösung, der andere (inaktiver Stoff) erst nach Behandeln mit Alkali.

2. bei absolutem Dunkel Anstieg des inaktiven Stoffes und Abfall des aktiven Hormons gegenüber Helltieren.
3. bei Kalt- und Warmblütern besteht kein prinzipieller Unterschied im Vorkommen und Wechsel des Melanophorenhormons im Auge und der Hypophyse.

Zur Kenntnis einiger Blattwespen.

Von **C. S. Hsin.**

(Eingegangen am 1. August 1934.)

A. Blattwespen an der Kiefer (Pinus silvestris).

Starkes Auftreten mehrerer Lophyrus-Arten in Mecklenburg 1932 und auch noch 1933 gab Veranlassung zu Beobachtungen und zur Zucht derjenigen Arten, die in Menge aufzutreiben waren. Meine Untersuchung über diese und andere Blattwespen ist noch nicht abgeschlossen; es sollen hier nur einige vorläufige Mitteilungen gemacht werden. Es waren hauptsächlich solche Arten[1]) vertreten, deren Larven einzeln leben, und zwar: L. frutetorum F. (häufigste Art), virens Kl., laricis Iur. (v. fenestratus Ensl.) L. und nemoralis Ensl., daneben nicht selten similis Htg. (die nach Scheidter in den beiden ersten Larvenstadien gesellig lebt) und nur selten die (nach Scheidter gesellig lebende) Art socius Kl. Gezüchtet werden die drei erstgenannten. Sie legen alle auch ohne Begattung bei genügender Wärme schon am Tage des Schlüpfens Eier ab; doch auch wenn sie an lebenden Kiefern im Freien eingebeutelt wurden, lebten sie meistens nicht lange genug, um ihren ganzen Eiervorrat ablegen zu können; das Ovarium enthielt nach

1) Auf Veranlassung von Herrn Prof. Friederichs wird hier richtig gestellt, daß die von ihm im Forstwiss. Centralbl. Jahrg. 55, 1933, S. 463 genannten Artnamen auf unrichtiger Bestimmung von anderer Seite beruhten und durch die obigen ersetzt werden müssen.

Als Sonderdruck ausgegeben am 15. September 1934.

dem Absterben meist noch einen erheblichen Vorrat von Eiern. Alle drei stellen für jedes Ei eine Tasche in einer Nadel her, in die das Ei ganz hineingesenkt wird. Im Laufe der Entwicklung schwillt es an und beult sich etwas über den Nadelrand vor. Es liegt in der Längsrichtung der Nadel; für Frutetorum, Laricis und Nemoralis wurde festgestellt, daß der vordere Eipol (der Kopf der Larve) nach der Basis der Nadel zu gerichtet ist.

Gewisse Unterschiede in der Eiablage sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

	Lage des Eies in der Nadel	Wieviele in einer Nadel	Farbe des Eies	Bemerkungen
1. Frutetorum	nahe der Basis	1	gelb	an jungen Nadeln in der Mitte
2. Virens	nahe der Spitze alter Nadeln	1	blattgrün	
3. Laricis	in der Mitte alter und junger Nadeln	1	blattgrün	
4. Nemoralis	nahe der Spitze[2])	1, selten 2	gelb	
5. Socius	über die Nadel verteilt	3—8	weißlich	

Die Larven sind bekannt; sie sind zum Teil sehr verschieden gefärbt; für die von Virens und Laricis ist kein unterscheidendes Merkmal bekannt. Sie sind jedoch, wie ich feststellte, nur erwachsen bisher nicht unterscheidbar; die früheren Stadien unterscheiden sich deutlich in der Färbung des Kopfes, wie später genauer zu beschreiben sein wird. Frutetorum und Virens häuten sich vor dem Einspinnen viermal, Laricis fünf- bis sechsmal; das letzte, das „Einspinnstadium“ (Eliescu) ist bei diesen drei Arten ein-

2) Die Eiablage dieser Art konnte nur für die 2. Generation verfolgt werden, also zu einer Zeit, da der Unterschied „alte“ und „junge“ Nadeln nicht mehr besteht. Die Angaben für die drei anderen Arten beziehen sich auf die 1. Generation.

farbig grün, bei Nemoralis graugrün mit weißlicher Bereifung, großen gelben, von einem gelben Hof umgebenen Stigmen, über denen sich je ein schwarzer Fleck befindet. Bauch, Brust- und Bauchfüße sind gelbgrün, die Augen schwarz. Bei makroskopischer Betrachtung erscheint das Tier oft bläulich. — Bei dem Übergang in das Einspinnstadium verkürzen sich die Lophyrus-Larven stark. Die Nemoralis-Larve z. B. mißt im letzten Freßstadium 3,3 cm, im Einspinnstadium dagegen nur 2,1 cm.

Die Generationenfolge in Mecklenburg unterliegt noch weiterer Untersuchung. In der Gefangenschaft traten Frutetorum, Virens und Laricis in zwei Generationen auf. Die 1. Generation von Virens spann sich im Juli ein, und zwar, wenn die Larven an jungen eingetopften Kiefern gehalten wurden, zu einem kleinen Teil (3) in der Krone, zum größten Teil aber wanderten die Larven in das am Boden befindliche Moos ein (17). An den Wänden des Gazesackes, der die Kiefer umschloß, verpuppten sich neun Larven. Die L. der 1. Generation von Frutetorum krochen sämtlich zum Einspinnen in das Moos.

B. An Lärchen (Larix decidua und Kaempferi).

An der heimischen und der bei uns nicht selten angepflanzten japanischen Lärchenart fand ich in Mecklenburg folgende Arten von Blattwespen.

1. Lygaeonematus laricis Htg. Zwei Generationen. Das lang ovale, etwas gekrümmte, gelbe Ei wird ganz in eine Tasche in der Lärchennadel eingesenkt. Diese wird dadurch auf der Unterseite aufgetrieben; von oben sieht man das Ei und die Tasche nicht. Letztere wird oft im unteren Drittel der Nadel angelegt, doch wird in dieser Hinsicht keine Regel innegehalten. Belegt werden ältere Nadeln. Die Larve ist die von Brischke als laricivorus beschriebene; siehe Enslin, Tenthredinoidea Mitteleuropas, S. 508.

2. Lygaeonematus wesmaeli. Diese Art trat hier häufiger auf als die vorige, und das einzige Massenauftreten von Afterraupen an Lärchen (Gutsforst Neu-Sammit bei

Krakow), das hier beobachtet wurde, war ein solches von Wesmaeli an japanischen Lärchen. Das gelbliche Ei wird in das basale Drittel einer Nadel eines Spitzentriebes der Lärche zum Teil eingeschoben, befindet sich jedoch mit seinem weitaus größeren Teil außerhalb der Tasche[3]). Es ist 1 mm lang, von oblong-ovaler Form, vorn etwas zugespitzt. Daselbst ist einige Tage nach der Eiablage das Auge des Embryos als schwarzer Punkt sichtbar. Die Larve ist bekannt durch Tischbein und van Vollenhoven. Im Einspinnstadium ist die Larve erheblich kürzer als im letzten Freßstadium, im übrigen unverändert.

Die im Jahre 1933 in Menge gesammelten Larven gelangten sämtlich in der Gefangenschaft zum Einspinnen, nachdem sie (auf jungen Lärchen gehalten) in die Moosschicht am Boden gekrochen waren. Weder im Freien gehalten, noch im Thermostaten bei hoher Wärme erfolgte subitane Entwicklung, sondern alle schlüpften erst 1934 aus. In diesem Jahre wurde bezüglich der Gewohnheiten beim Einspinnen beobachtet, daß die an jungen, eingetopften Lärchen gehaltenen Larven zum Einspinnen sämtlich nach unten krochen; 18 Stück blieben in der Moosschicht, 27 gingen in die Erde. Es wird sich in dem jetzigen heißen Sommer 1934 zeigen, ob die Art hier immer nur eine Generation hat. — Diese wie auch die vorige Art pflanzt sich ohne weiteres parthenogenetisch fort.

3. Nematus erichsoni Htg. Trat neben Wesmaeli in der Gutsforst Neu-Sammit an Larix Kaempferi in Masse auf, und zwar nur in einer Generation.

4. Platycampus duplex Lep. Überall, wo ich Blattwespenlarven von Lärchen abklopfte, befanden sich solche dieser Art darunter, aber immer nur vereinzelt. Die spätesten Larven wurden 1933 am 21. September gesammelt. Eine Imago schlüpfte am 28. 5. 34.

Die Larve hat Carpentier (Zeitschr. Hym. und Dipt. 4, S. 45) kurz beschrieben. Sie ist fahl (graugelb) gefärbt mit

3) Diese Beschreibung bezieht sich auf ein vorgerücktes Stadium.

einer komplizierten Zeichnung aus mittelbraunen und schwarzbraunen Elementen sowie Querreihen runder weißlicher Punkte. Die braunen Zeichnungselemente bilden zwei unterbrochene dunkle Längslinien, die das Rückengefäß einfassen, und zwei unregelmäßige dunkle Seitenlinien, dazu mittelbraune Querverbindungen, die die Querreihen weißlicher Punkte einfassen. Auch die Seitenlinien fassen helle Zeichnungen ein. Der Kopf ist größtenteils glänzend braunschwarz mit heller Mittelnaht und feinen hellen Punkten, der Vorderkopf fahl mit einem braunen Querfleck. Die Brustbeine tragen je ein schräges braunes Band. Die Unterseite mit den sieben Paar Afterfüßen ist weißlich, der Nachschieber nur schwach entwickelt. Die Thoraxsegmente sind verdickt.

Ich besitze keine Larve von der ebenfalls an Larix lebenden P. pectoralis zum Vergleich. Diese Art, deren Larve der von Duplex ähnlich zu sein scheint, wurde hier nicht angetroffen. Im Sommer 1934 wurden noch weitere Arten als Larve an Lärchen gefunden, die erst, nachdem die Zucht die Imagines geliefert haben wird, namentlich genannt werden können.

C. An Erlen (Alnus glutinosa und incana).

Während jene an Larix auftretende Platycampus-Art, duplex, eine normale, verruciforme, also walzenförmige Larve hat, die sich mit den Brustbeinen an die Lärchennadel anklammert, wobei sie ihr Hinterteil, wo die Afterfüße fehlen, um die Nadel herumschlingt[4]), entwickelt sich Platycampus luridiventris Fall. auf der Unterseite von Erlenblättern als seitlich verbreiterte Larve von flachgedrückter Form und haftet daran so fest, daß man sie nicht durch Abklopfen in einen Fangschirm sammeln kann. Diese merkwürdige Larvenform innerhalb einer Gattung, deren Larven zum Teil ganz normal geformt sind, gehört ihrerseits zu

4) Am Zweig sitzend hält sie sich oft mit diesem parallel, indem sie ihm mit der ganzen Unterseite aufliegt. Die Bauchfüße sind der Unterlage aufgestemmt.

einem Typus, den man (wie die Larven der Silphinen unter den Käfer) als „trilobitoid“ bezeichnen kann (Friederichs). Die Oberseite ist in der Mitte etwas dachförmig erhaben. Es soll an dieser Stelle keine ausführliche Beschreibung dieser (bisher nicht sehr genau bekannten) Larve gegeben werden, sondern nur darauf hingewiesen werden, daß zwischen diesem Larventypus und dem normalen verruciformen, die Larven mehrerer Nematinus-Arten einen Übergang bilden. Bei den Larven von N. fuscipennis und luteus sind die Pleuren etwas verbreitert, die Oberseite zwar gleichmäßig gerundet erhaben wie gewöhnlich, die Unterseite aber flachgedrückt mit kurzen Afterfüßen.

Die Larve von P. luridiventris ist noch nie im Frühjahr gefunden worden, auch von uns nicht, obgleich eine Imago 1934 schon im Mai schlüpfte; die früheste Larve fanden wir 1934 am 11. Juli. Bei ausreichendem Material soll über diese wie über die vorgenannten Blattwespen in einer ausführlichen Arbeit näheres berichtet werden.

Für Hilfe bei der Bestimmnug der Imagines bin ich den Herren Professor Dr. Bischoff, Berlin, und Dr. Enslin, Fürth, sehr dankbar, dem letztgenannten auch für einige Literaturangaben.

Die Arterien als Stütz- und Halteorgane.

Von **H. v. Hayek.**

(Vorgetragen in der Sitzung am 24. Januar 1935)

Aufgabe der Anatomie ist es, den Bau des menschlichen Körpers in Zusammenhang mit seiner Funktion zu untersuchen, und in den letzten Jahren hat sich das Interesse immer mehr darauf konzentriert, Zusammenhänge zwischen den Gewebsstrukturen und ihrer mechanischen Beanspruchung zu finden und das Vorhandensein sogen. funktioneller Strukturen festzustellen.

Dabei wurde naturgemäß immer die am meisten in die Augen springende und am wichtigsten erscheinende Funktion gewählt. Die neueren Arbeiten über die Blutgefäße behandeln den feineren Bau der Blutgefäße im Zusammenhang mit der Beanspruchung ihrer Wand durch den Blutdruck, die Strömung und den Pulsschlag. Die beiden inneren Schichten Media und Intima der geschichteten Gefäßwand sollen es sein, die die dadurch auftretenden Spannungen aufnehmen. Aufgabe der äußeren dritten Schicht ist es, das Gefäß vor von außen einwirkenden Kräften zu schützen.

Darüber, daß das Gefäß außer seiner Hauptaufgabe das Blut zu leiten noch eine Nebenfunktion haben könnte, wurden nur Vermutungen ausgesprochen, und ebenso darüber, daß der Bau der Gefäßwand auch von dieser Nebenfunktion abhängen könnte.

Daß die Arterien als zugfeste Organe auch Stütz- und Haltefunktion besitzen können, geht, wie ich schon früher

Als Sonderdruck ausgegeben am 27. April 1935.

gezeigt habe (1), besonders aus jenen Beobachtungen hervor, die zeigen, daß auf Zug beanspruchte Bindegewebsstränge in der Arterienwand wurzeln. Das beweist, daß die Arterie ebenso wie diese Bindegewebsstränge den Stützorganen zuzurechnen ist. Meist sind diese Bindegewebsstränge kompliziert im Raume angeordnet und daher ihr Aufbau schwer verständlich und schwer darzustellen. Flächenhaft angeordnete und übersichtlich finde ich diese Stränge und die Arterie nur an einer Stelle, das ist die Unterfläche des Zwerchfells. Eine Ansicht der Unterfläche des Zwerchfells zeigt deutlich, wie die Verstärkungszüge der unteren Zwerchfellfaszie von der Arterie abzweigen und ein Querschnitt durch die Arterie läßt erkennen, daß die entsprechenden Teile der Adventitia wesentlich dicker sind.

Die Arterie ist aber im lebenden Körper nicht nur ein zugfestes, sondern auch ein biegungsfestes Gebilde. Ich konnte zeigen (2), daß z. B. etwa ein Zehntel des Gewichtes der Niere durch die unter Blutdruck mit Blut gefüllte Nierenarterie getragen werden kann. Die Biegungsfestigkeit der Arterien des Lebenden wird bei allen Organen eine gewisse Rolle spielen. Als Beispiel möchte ich das Herz anführen, aus dem ja die größte Arterie des menschlichen Körpers, die Aorta entspringt. Die Biegungsfestigkeit hängt außer vom Blutdruck auch von der Größe des Querschnittes und der Festigkeit der Wand ab, daraus ergibt sich, daß die Biegungsfestigkeit der Aorta auch größer ist als die anderer Arterien. Das läßt sich am Experiment auch zeigen. Ich habe an der am Rücken liegenden Leiche die Aorta von der Bauchhöhle aus mit Wasser unter Blutdruck gefüllt. Es zeigte sich dabei, daß unter dem Innendruck sich der Aortenbogen etwas streckte und dabei das Herz in seiner Lage verschoben wurde. Die Verschiebung des Herzens im ganzen erfolgte ventralwärts, außerdem erfolgt eine Rotation des Herzens um seine Längsachse im Sinne des Herzspitzenstoßes, so daß sich die am weitesten links gelegene Herzspitze relativ am meisten der vorderen Brustwand näherte. Ich glaube also daraus schließen zu können, daß der Herzspitzenstoß zum Teil auch darauf zu-

rückzuführen ist, daß der Aortenbogen unter dem zunehmenden Blutdruck seine Form ändert und dadurch das Herz verlagert.

Als weiteres Beispiel möchte ich die Lungen anführen. Eine vielleicht manchem bekannte Erscheinung, die auch H. Braus ohne Erklärung anführt, ist es, daß die Lungen des Lebenden nach Eröffnung des Brustkorbes lange nicht so stark kollabieren als an der Leiche. Auch diese Beobachtung ist meiner Meinung nach wenigstens zum Teil dadurch zu erklären, daß die gefüllten Arterien gleichsam wie feste Stäbe die Lunge auseinanderhalten, so daß sie noch etwas mehr Luft enthält als die völlig kollabierte Lunge der Leiche.

Sicher haben auch die zahlreichen Arterien und ihre bogenförmigen Verbindungen, die sich im Mesenterium finden, außer für die ausreichende Ernährung des Darmes auch eine Bedeutung als biegungsfeste Stützorgane. Mindestens wird die relativ biegungsfeste Arterie in vielen Fällen eine Abknickung der sie begleitenden Vene verhindern.

Nach dem im vorausgehenden Abschnitt Gesagten besitzt die Arterie Stütz- und Haltefunktion im doppelten Sinne, als zugfestes und als biegungsfestes Gebilde. Wenn einem obliterierenden Gefäß die Durchströmung mit Blut verloren geht, so wird das Gefäß gleichzeitig seine Biegungsfestigkeit verlieren, die ja wie gesagt durch den im Gefäß herrschenden Blutdruck gegeben ist. Die Stütz- und Haltefunktion durch die Zugfestigkeit des Gefäßes muß sich jedoch noch wenn es obliteriert ist nachweisen lassen.

Es gibt im menschlichen Körper zwei arterielle Gefäße, die regelmäßig obliterieren, der Ductus arteriosus Botalli und die Nabelarterien (abgesehen von den vielen Arterien, die schon in sehr frühen Entwicklungsstadien rückgebildet werden), beide werden mit der Geburt in ihrer Funktion als blutführende Gebilde überflüssig. Beide werden nach der Geburt in strangförmige Bänder das Ligamentum arteriosum Botalli und das Ligamentum vesico-umbilicale laterale (= arterio-umbilicale oder Chorda arteriae umbilicalis) umgebildet.

Das Ligamentum Botalli verbindet Aorta und Arteria pulmonalis und bildet zusammen mit der A. pulm. eine Sehne im Bogen der Aorta. Die Krümmung des Aortenbogens ist abhängig vom Blutdruck, der, dem Gewichtszug des Herzens entgegenwirkend, die Krümmung des Aortenbogens verringert (siehe oben). Der Blutdruck spannt mit der Verringerung der Aortenkrümmung das Lig. Botalli an. Das läßt sich im Versuch an der Leiche durch Füllung der Aorta oder auch der Aorta und der Pulmonalis unter Blutdruck zeigen. Die Haltefunktion beim Lebenden konnte ich nachweisen durch die Durchschneidung des Ligamentes am lebenden narkotisierten Tiere (Kaninchen und Igel, die Experimente am lebenden Tier konnte ich dank der Erlaubnis von Prof. Wachholder am Physiol. Inst. durchführen). Das durch den Blutdruck beim lebenden Tier angespannte Ligament zog sich nach Durchschneidung blitzschnell nach beiden Seiten zurück, so daß sich dabei die Befestigungspunkte an Aorta und Pulmonalis beinahe auf das Doppelte voneinander entfernten. Mit diesem Versuch ist die Haltefunktion der Reste der Gefäßwand des D. Bot. einwandfrei nachgewiesen.

Der Bau der Wand des Ductus Botalli unterscheidet sich von dem anderer muskulärer Gefäße im wesentlichen in zwei Punkten. Der Ductus besitzt wie andere „verschlußfähige“ Arterien (Schumacher) reichlich Längsmuskulatur und außerdem fehlt ihm so wie der Aorta und der Pulmonalis, an die er anschließt, eine kräftige Adventitia. Das Fehlen einer starken Adventitia an der Aorta kann dadurch verständlich werden, daß die Media gleich die Ring- und die äußeren Längsspannungen aufnimmt (Benninghoff (3)). Ebenso ist es wahrscheinlich, daß die kräftige Längsmuskulatur der Media des Ductus Botalli imstande ist, die von außen angreifenden Längsspannungen aufzunehmen. Es wird also offenbar die Haltefunktion der Wand des Ductus, die ja später zum Ligamentum Botalli wird, nicht, wie etwa bei den Zwerchfellarterien von der Adventitia geleistet, sondern da die Adventitia fehlt (oder nur aus lockerem Bindegewebe besteht) von den in der Media gelegenen Längsmuskelzügen.

Ganz anders verhalten sich die Nabelarterien (intraembr. Abschnitt), an denen eine kräftige Adventitia ausgebildet ist, die am Nabelring mit der Linea alba fest zusammenhängt. Wenn nach der Geburt die Arterie obliteriert, retrahiert sich die Media, wie schon lange beschrieben wurde, gegen das Becken hin und es bleibt ein Bindegewebsstrang zurück (s. u. a. Robin, Haberda), der, wie ich aus meinen Präparaten schließe, als Rest der Adventitia anzusprechen ist. Der Strang (Ligamentum arterioumbilicale) enthält manchmal noch ein kleines Gefäßlumen. Ihm fehlt aber die kräftige Muskulatur der Media der Umbilikalarterien. Das Ligament löst sich später auf in eine Anzahl von Bindegewebssträngen, die teils am Nabel enden, teils in das Lig. Teres hepatis übergehen. Und Schmieden und Peiper (4) fassen auch diese Stränge, die den Rest der Nabelarterien und den Urachusstrang mit dem Lig. teres hepatis verbinden, als ein funktionell zusammengehöriges System von Spanngurten der vorderen Bauchwand auf, nachdem sie nachweisen konnten, daß beim Lebenden das Lig. teres immer gespannt gefunden wird.

Ich möchte dieser Anschauung hinzufügen, daß die Aorta mit den Art. hypogastricae diesem System als relativ biegungsfestes Gebilde hinzuzurechnen ist, das an der Wirbelsäule befestigt ist. Von dieser biegungsfesten Grundlage ziehen caudal die Lig. art. umb. zum Nabel, kranial findet sich am Hiatus aorticus die kräftige Verbindung der Aorta mit der Zwerchfellfaszie, die wieder am Foramen venae cavae mit dieser Vene und damit durch das Ligamentum venosum und das Lig. teres hepatis mit dem Nabel zusammenhängt. Dadurch ist ein fast in der Mitte des Körpers gelegener Ring gegeben, der den Eingeweidesack umschließt, hinten mit der Wirbelsäule und vorne mit dem Nabel fest zusammenhängt.

Betrachtet man die Rückbildung von Blutgefäßen auch von dem Standpunkt aus, daß die Gefäße außer ihrer Hauptfunktion als Blutleiter auch die Nebenfunktion als Halte- und Stützorgane haben, so wird es eher verständlich, warum nur von Gefäßen, die in relativ späten Embryonalstadien rückgebildet werden, als Rest Stränge zurückbleiben, nicht

aber von den vielen Gefäßen, die in früheren Stadien schon spurlos verschwinden. Ich halte es für wahrscheinlich, daß dann bandartige Reste eines Gefäßes erhalten bleiben, wenn die Wand des Gefäßes zur Zeit der Rückbildung des Lumens schon Stütz- oder Haltefunktion gehabt hat.

Entsprechend der Funktion der Adventitia werden ihre Spannungsänderungen und passiven Verschiebungen, ihrer Aufgabe als Stützorgan entsprechen, während die aktiven und passiven Spannungsänderungen der Media vom Blutdruck abhängen oder seiner Beeinflussung dienen. Wegen dieser verschiedenen Funktion ist es von Interesse, die mechanische Beziehung der Adventitia zur Media zu untersuchen.

Die Angaben darüber sind bisher spärlich. Die Möglichkeit, präparatorisch die beiden Schichten als Membranen voneinander zu trennen, gab den Anlaß zu ihrer Beschreibung als selbständige Gebilde. Schon Ranvier (5) betont demgegenüber, daß die elastischen Fasern der Media mit denen der Adventitia zusammenhängen. Später hebt besonders Benninghoff (3) das „Faserkontinuum" der elastischen und der kollagenen Fasern hervor. Und am mikroskopisch untersuchten Schnitt ist es nicht immer ohne weiteres ersichtlich, wo die Grenze zwischen den elastischen Fasern der Media und der Adventitia zu ziehen ist, so daß die Membrana elastica externa (Limitans externa) von manchen zur Media, von anderen zur Adventitia gerechnet wird. Spezielle Untersuchungen über die Beziehung der Adventitia zur Media bei verschiedenen Arterien sind nicht bekannt, und über ihre Beziehungen unter der funktionellen Beanspruchung beim Lebenden hat man sich keine Vorstellung gemacht.

Besonders deutlich ist die Abgrenzung von Media und Adventitia an den größeren Gefäßen der distalen Hälfte des Unterarmes und des Unterschenkels. Hier findet sich zwischen der äußeren elastischen Grenzschicht der Media und der aus elastischen Längsfasern bestehenden inneren Schicht der Adventitia eine dünne Lage lockeren kollagenen Bindegewebes. Die elastische Grenzschicht der Media (limitans elastica externa) besteht aus einem Netz im wesentlich ring-

förmig angeordneter elastischer Fasern. Das Netz kann locker oder auch sehr dicht sein und alle Uebergänge bis zu einer gefensterten elastischen Membran zeigen. Es steht mit den elastischen Fasern und den Muskelfasern der Media in fester Verbindung, so daß es nicht gelingt, präparatorisch die Limitans externa getrennt darzustellen.

Zwischen dem Ringfasernetz der Limitans externa und dem Längsfasernetz der Adventitia findet sich eine Schicht lockeren faserarmen kollagenen Bindegewebes (die meines Wissens bisher nur Donnadieu (6) beschrieben hat). Beim Lebenden ist diese Schicht jedenfalls relativ flüssigkeitsreich und demgemäß plastisch. Ich fasse diese Schicht als Verschiebeschicht auf, die es gestattet, daß Media und Adventitia entsprechend ihrer verschiedenen Beanspruchung verschiedene (aktive und passive) Bewegungen ausführen, wenn auch in geringem Maße. Die Verschiebeschicht bewirkt offenbar, daß sich die Spannungen und Kräfte der Media unabhängig von den Spannungen der Adventitia in der Media auswirken können und daß Spannungen der Adventitia, die durch ihre Stützfunktion entstehen, sich weniger stark auf die Media übertragen (Abb. 1).

Die Auffassung dieser Schicht als Verschiebeschicht wird durch einen Befund gestützt, den ich regelmäßig nur an der Arteria ulnaris und tibialis posterior im distalen Drittel machen konnte. An diesen Arterien findet sich in der Verschiebeschicht ein dichtes Netz von Gefäßen, das den meisten anderen Gefäßen an dieser Stelle überhaupt fehlt (Abb. 2). Das Netz, das aus feinsten Venen und Capillaren gebildet wird, ist wesentlich dichter als es zur Ernährung der Gefäßwand nötig wäre (Abb. 3).

Dieses Venennetz ist meiner Meinung nach im Stande, als plastisches Polster ausgleichend zu wirken zwischen der angespannten Adventitia und den aktiven und passiven Bewegungen der Media. Wie verschieden der Abstand zwischen Media und Adventitia bei prall gefüllten Venen des Netzes (Abb. 4) und leeren Venen ist, konnte ich an Schnittpräparaten feststellen.

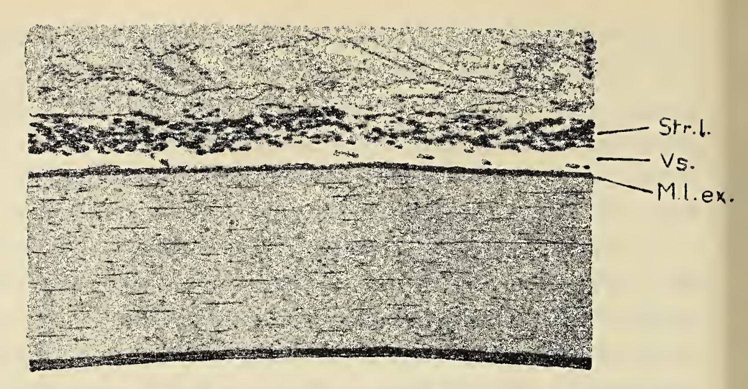


Abb. 1. Querschnitt d. Arteria radialis vom Erwachsenen, nahe dem Handgelenk.

M	=	Media.
M. l. ex.	=	Membrana limitans externa.
Str. l.	=	Stratum longitudinale der Adventitia.
Vs.	=	collagene Verschiebeschicht.
Vs. G.	=	Verschiebeschicht mit Gefäßen.

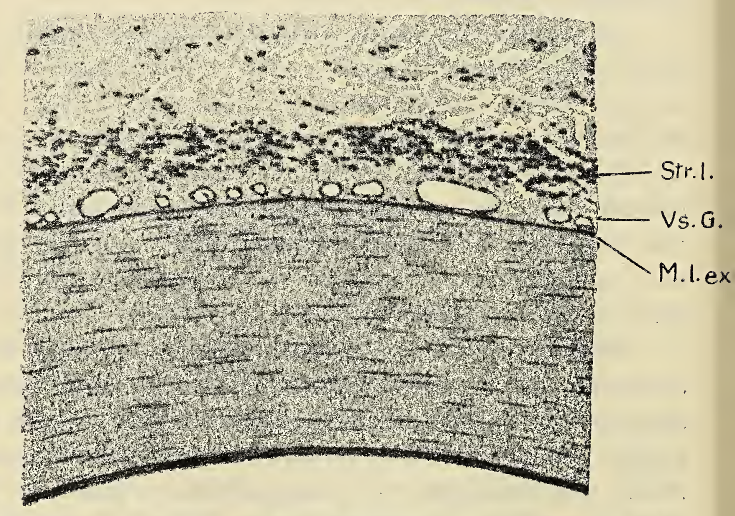


Abb. 2. Querschnitt d. Arteria ulnaris vom Erwachsenen, nahe dem Handgelenk.

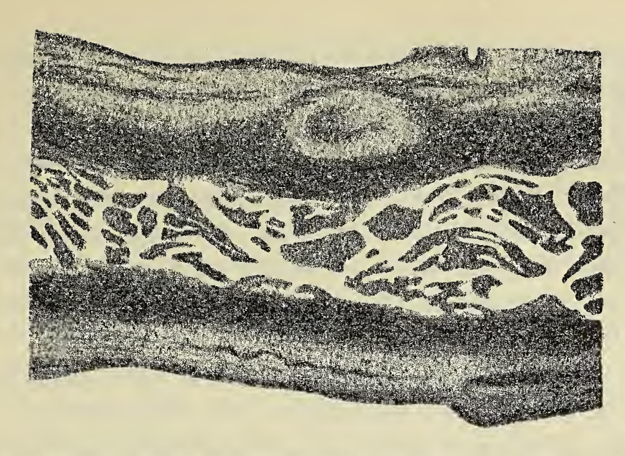


Abb. 3. Längsschnitt d. Arteria tibialis posterior vom Neugeborenen hinter dem malleolus. Gefäßnetz in der Verschiebeschicht.

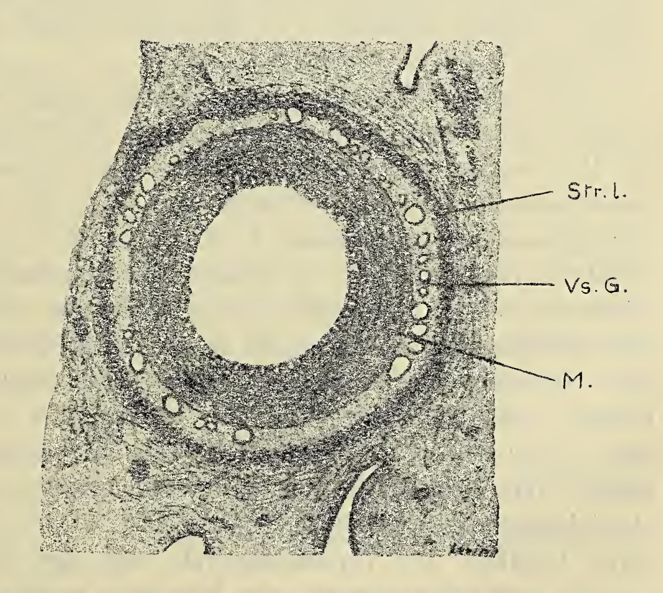


Abb. 4. Querschnitt derselben Arterie wie Abb. 3.

Venennetze als plastische Polster finden sich an den verschiedensten Stellen des menschlichen Körpers. So sagt schon Hyrtl (7) (II, S. 274), daß das Vorkommen der Venengeflechte besonders im männlichen Becken mit dem veränderlichen Volumen der Beckenorgane zusammenhängt, „so daß die Venengeflechte von Blut strotzen, wenn die betreffenden Organe sich verkleinern und umgekehrt; Ausgleichung wechselnder Raumverhältnisse wird durch sie gegeben.“

Besonders anführen möchte ich noch die Venengeflechte, die mit Fettgewebe untermischt das Rückenmark in der Wirbelsäule epidural umgeben und schließlich auch noch das Gefäßnetz in der Chorioidea des Auges, das zwischen Retina und der harten Sklera gelegen, vielleicht ausgleichend bei den geringen Verschiebungen dieser beiden Schichten gegeneinander wirken kann.

Sehr gut ausgebildet fand ich die bindegewebige Verschiebeschicht zwischen Media und Adventitia an den Arterien der Thymus des Neugeborenen, die ja eine sehr starke Adventitia besitzen, während eine solche den Arterien des Thymusrestes des Erwachsenen fehlt.

Schon früher habe ich mit den Thymusarterien und ihrer starken Adventitia ihrer Stützfunktion nach die Balkenarterien der Milz verglichen (2). Aehnlich wie an den Thymusarterien findet sich auch an den Arterien der Milz eine deutliche Verschiebeschicht ausgebildet. A. Hartmann (3) hat diese Schicht in den Milzbalken als lockere Bindegewebsschicht beschrieben und als Adventitia von dem Gewebe der Balken unterschieden. Die Adventitia ist es, die ihrer Meinung nach „eine selbständige Verschiebung des Gefäßes innerhalb des Balkens ermöglicht, sowohl in der Richtung der Achse als quer zu derselben“. Ich halte es dagegen für richtiger, das lockere Verschiebegewebe mit dem Balkengewebe zusammen als Adventitia zu bezeichnen, so wie man auch an den anderen Gefäßen das Verschiebegewebe mit der elastischen Längsfaserschicht zusammen zur Adventitia rechnet.

Man kann aber in dem Vergleich der Milzarterien in ihren Balken mit anderen Arterien noch weiter gehen. Die Venen, die in den Balken zwischen der Arterienmedia und dem Balkengewebe liegen, entsprechen meiner Meinung ihrer Funktion und Lage nach dem Gefäßnetz in dem Verschiebegewebe der Extremitätenarterien. Die verschiedene Füllung der Balkenvene ermöglicht einen Raumausgleich zwischen der verschieden stark gefüllten Arterie und dem relativ unverschieblichen Balkengewebe. Die Balkenvene ersetzt das Verschiebegewebe indem ihr Endothel oft der Media der Arterie und der Innenfläche des Balkens fast unmittelbar anliegt, so wie dies wenigstens bei den größeren Gefäßen der Verschiebeschicht an den übrigen Arterien der Fall ist.

Die hier beschriebene Verschiebeschicht zwischen Media und Adventitia findet sich, soviel ich bisher sehe, nur an bestimmten Gefäßen einer mittleren Größe (distale Hälfte der Extremitäten, Thymusarterien des Neugeborenen etc.), während sie an anderen gleichgroßen Gefäßen fehlt, wie z. B. den Mesenterialarterien, bei denen die beiden Schichten einander fest anliegen. Bei der Aorta sind sogar die Längsstrukturen, die eine Fortsetzung der Adventitia bilden, und die Ringstrukturen, die der Media kleinerer Arterien entsprechen, zu einer Schicht verwebt, die die äußeren und inneren Längsspannungen und die Ringspannungen gleichzeitig aufnimmt (Benninghoff (3), Petersen (9)).

Mit welchen Bedingungen die so verschiedenartige Verbindung der Media mit der Adventitia zusammenhängt, und inwieweit der Bau der Arterie von ihrer Umgebung beeinflußt wird, das müssen erst weitere spezielle Untersuchungen der Arterien der verschiedenen Regionen des menschlichen Körpers zeigen.

Schrifttum.

1. v. Hayek, Blutgefäße in der unteren Zwerchfellfascie. Verh. Anat. Ges. 1932. Anat. Anz. 75.
2. v. Hayek, Strukturen der Adventitia. Verh. Anat. Ges. 1934. Anat. Anz. 78.
   — Stützfunktion der Arterien. M. m. W. 1934, Nr. 34. 1330.

3. Benninghoff, Die Arterien, in Möllendorffs Handbuch.
4. Schmieden u. Peiper, Chir. des Lig. teres. Verh. d. Ges. Chir. Arch. klin. Chir. 152. 1928. 393.
5. Ranvier, Histologie. 1875.
6. Escudier-Donnadieu, Strukture etc. des Artères. Thèse de médicine. Bordeaux. 1928.
7. Hyrtl, Top. Anatomie. II. S. 274. 1882.
8. Hartmann, Milz, in Möllendorffs Handbuch.
9. Petersen, Histologie u. Mikroskopische Anatomie.

Aus dem Entomologischen Seminar der Universität Rostock.

Physiologische und ökologische Untersuchungen über extraflorale Nektarien und die sie besuchenden Insekten.

Von Walter Springensguth.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung und Methodik 31

I. Allgemeines über extraflorale Nektarien 34

1. Einteilung der extrafloralen Nektarien 34
2. Sekretion, Entstehung u. Zusammensetzung des Nektars 38
3. Abhängigkeit der Sekretion . . . 39
   a) Abhängigkeit von physiographischen Faktoren 39
   b) Abhängigkeit von physiologischen Faktoren 45
4. Über die physiologische Bedeutung der extrafloralen Nektarien für die Pflanze 48

Seite

II. Spezieller Teil: Die extrafloralen Nektarien der einzelnen Pflanzenarten, ihre Besucher und die anderer zuckerhaltiger Ausscheidungen an Blättern . . . 49

III. Die ökologische Bedeutung der extrafloralen Nektarien 84

Literaturverzeichnis 92

Tabelle I. Beobachtete Pflanzen und Honigtauarten sowie die für diese in Tabelle II eingeführten Buchstaben 94

Tabelle II. Aufzählung der Insektenarten, welche die extrafloralen Nektarien und die anderen zuckerhaltigen Ausscheidungen besuchen 95

Einleitung.

In der vorliegenden Arbeit sollen die Ergebnisse von Versuchen und Beobachtungen mitgeteilt werden, die während der Vegetationsperioden der Jahre 1932 und 1933 in der näheren und weiteren Umgebung von Rostock an den extrafloralen Nektarien einer Reihe von Pflanzen angestellt wurden.

Den Anlaß hierzu gaben die Meinungsverschiedenheiten, die über die Bedeutung dieser Pflanzenorgane in der umfangreichen Literatur zum Ausdruck kommen. Sie beruhen zu einem großen Teil auf Beobachtungen, die in tropischen Gebieten oder an tropischen Pflanzen angestellt wurden. Daher erschien eine Nachprüfung, ob und welche der über Zweck und Bedeutung der extrafloralen Nektarien aufgestellten Theorien auch für Pflanzen unserer gemäßigten Klimate angewandt werden können, angebracht.

Als Sonderdruck ausgegeben am 30. April 1935.

Außer einigen für diesen Zweck kultivierten Pflanzen wurden zur Untersuchung Pflanzen mit extrafloralen Nektarien herangezogen, die unserer engeren Flora angehören und wegen ihrer Häufigkeit leicht zugänglich waren. Ferner wurde wegen der Ähnlichkeit mit dem extrafloralen Nektar auch das *Sphacelia*-Sekret des Mutterkorns (*Claviceps purpurea*), Blattlaushonig und der Honigtau, der sich vornehmlich in regenarmen und trockenen Sommern auf Blättern verschiedener Bäume zeigt, auf ihre ökologische Bedeutung untersucht.

Großer Wert wurde darauf gelegt, daß die Beobachtungen an Pflanzen derselben Art auch in ganz verschiedenen Biotopen gemacht wurden und zwar so oft, wie es das Wetter und die große Zahl der teilweise sehr weit von einander entfernten Standorte zuließen.

Für die Anregung zu dieser Arbeit und viele wertvolle Mitteilungen über persönliche Beobachtungen möchte ich an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. K. *Friederichs*, Herrn Prof. Dr. P. *Schulze* und Herrn Prof. Dr. H. *von Guttenberg* meinen verbindlichsten Dank aussprechen. Ebenso danke ich Herrn Dr. *Buhr* für die freundliche Unterstützung meiner Arbeit. Weiter bin ich zu großem Dank verpflichtet Herrn Dr. *Jordan* in Bautzen für die Bestimmung der *Heteropteren*, Herrn Mittelschullehrer *Haupt* in Halle für die Bestimmung der *Homopteren*, Herrn Konrektor *Karl* in Stolp, Herrn Oberlehrer *Kramer* in Niederoderwitz, Herrn Hauptkonservator Dr. *Lindner* in Stuttgart und Herrn Prof. Dr. *Sack* in Frankfurt/M. für die Bestimmung der *Dipteren*, Herrn Prof. Dr. *Bischoff* in Berlin, Fräulein Dr. *Skwarra* in Königsberg für die Bestimmung der *Hymenopteren* und Herrn Dr. *Amsel* in Berlin für die Bestimmung der *Microlepidopteren*. Ebenso bin ich zu Dank verpflichtet der Verwaltung der Gartenbauversuchswirtschaft in Barnstorf b. Rostock, der Gartenverwaltung der Landesheilanstalt Gehlsheim, der Verwaltung der Rostocker Gasanstalt sowie den Forstverwaltungen

Doberan und Schwaan für die Überlassung von Land zum Aussäen der Versuchspflanzen und für die Erlaubnis, an den vorhandenen Versuchspflanzen meine Beobachtungen und Untersuchungen anstellen zu dürfen.

Methodik.

Gegenstand der Beobachtung waren sowohl baum- und strauchartige als auch krautige Pflanzen. Diese wurden in der Umgebung Rostocks in den verschiedensten Biotopen vom Beginn ihrer Vegetationsperiode ab aufgesucht, wobei die Absicht bestand, nach Möglichkeit die den extrafloralen Nektar aufsuchenden Insekten nach Art und Zahl zu erfassen.

Da die Schilderung der einzelnen Beobachtungsstellen zu weit führen würde, seien sie hier nur kurz nach Biotopen zusammengefaßt:

1. Waldrand bzw. Waldwege (Pölchow, Kösterbeck, Swinskuhlen, Fahrenholz, Doberan, der „Rostocker Heide" genannte Wald an verschiedenartigen Stellen).
2. Waldwiesen (Doberan, Rostocker Heide, Pölchow, Fahrenholz).
3. Sumpf bzw. Sumpfnähe (Wiesen der Gasanstalt, Gehlsdorf, Rostocker Heide).
4. Feldmark (Kösterbeck, Pölchow, Barnstorf, Gehlsdorf, in der Nähe der Rostocker Heide).

Um nun von dem zufälligen Vorkommen mancher Pflanzen an den untersuchten Standorten unabhängig zu sein, wurden einige von ihnen in den gewählten Biotopen, soweit Aussicht auf ihr Gedeihen bestand, ausgesät bzw. angepflanzt. Auch einige nicht heimische Pflanzen (Ricinus, Malope etc.) habe ich an entsprechenden Stellen kultiviert, um den Insektenbesuch ihrer extrafloralen Nektarien mit dem unserer einheimischen zu vergleichen.

Vor Beginn jeder Beobachtung wurden zwischen die Blätter der zu beobachtenden Pflanzen eine Verdunstungsschale, ein Lamprecht-Polymeter [1]) und ein Thermometer extra gebracht, letzteres deshalb, weil das am Polymeter angebrachte Thermometer zu langsam reagierte. Dann wurden eine halbe Stunde lang sämtliche Insekten, die sich am extrafloralen Nektar auf-

---

1) Wie bei allen Haarhygrometern ist auch bei diesem für relative Luftfeuchtigkeit unter 70 % ein beträchtlicher Fehler anzunehmen, der jedoch nicht vermieden werden konnte. Durch häufige Eichung wurde das Mögliche getan, ihn gering zu halten.

hielten, gefangen und zwischendurch mehrmals Temperatur und Luftfeuchtigkeit abgelesen sowie mit Hilfe der Xylol-Infiltrations-Methode die Spaltöffnungsweite gemessen. Nach Ablauf der Fangzeit wurden auf dem mit einer laufenden Fangnummer versehenen Protokoll notiert: Versuchspflanze, Standort, Datum und Tageszeit, Windstärke (nach Beaufort-Skala), Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Bewölkung, Verdunstungskraft der Luft und Spaltöffnungsweite. Außerdem wurden Bemerkungen über Sekretionsstärke, Insektenbesuch und Entwicklungszustand der extrafloralen Nektarien aufgeschrieben. Im Jahre 1932 wurden 29 und im Jahre 1933 von Anfang Mai bis Mitte September 190 solcher Einzelbeobachtungen gemacht. Auch sonst sind die extrafloralen Nektarien bei Exkursionen und Nachtfängen stets Gegenstand besonderer Beobachtung gewesen. Die an den extrafloralen Nektarien, Sphacelia-Sekret, Blattlaushonig und Honigtau gefangenen Insekten wurden in Cyankaligläsern abgetötet und zur Bestimmung präpariert.

Auf die Methode der Verdunstungsmessung sowie auf die Einzelanordnung der angestellten Versuche soll in den betreffenden Abschnitten näher eingegangen werden.

Zu bemerken ist noch, daß es sich im folgenden stets um extraflorale Nektarien handelt, auch wenn nur vom „Nektarium“ die Rede ist. In den wenigen Fällen, in denen es sich um Blütennektarien handelt, wird ausdrücklich darauf hingewiesen.

I. Allgemeines über extraflorale Nektarien.

1. Einteilung der extrafloralen Nektarien.

Alle pflanzlichen Drüsen, die ein zuckerhaltiges Sekret, „Nektar“, abscheiden, ohne daß dabei ein pathologischer Vorgang vorliegt, werden als Nektarien bezeichnet. Diese Organe können an allen oberirdischen Pflanzenteilen vorkommen und werden extraflorale oder extranuptiale genannt, wenn sie an den vegetativen Teilen des Sprosses stehen.

Die an bestimmten Organen einer Pflanze vorkommenden Nektarien zeigen in ihrem Bau weitgehende Übereinstimmung. Man hat sogar versucht, die Nektarien als systematisches Merkmal zur Unterscheidung verschiedener Sorten einer Art heranzuziehen. So fanden Lucas und Oberdieck (1870), daß z. B. die kultivierten Sorten von Prunus Persica Sieb. et Zucc. durch Anordnung und

Größenunterschiede ihrer Nektarien gut voneinander zu trennen sind, ein Befund, den ich in ähnlicher Form für die Leitzkauer-, Hindenburg- und Ortheimer Weichselkirsche, sowie die Schattenmorellen-Sorten von Prunus Cerasus L. bestätigen kann.

Über das Vorkommen der Nektarien, ihre Morphologie und Anatomie liegen in der Literatur zahlreiche Angaben vor. Eine zusammenfassende Darstellung darüber gibt J. Zimmermann (1932). In Anlehnung an diese Arbeit sei kurz auf die Nektarientypen eingegangen und es seien Bezeichnungen dafür vorgeschlagen.

Es werden zunächst Nektarien unterschieden, die von ganzen umgebildeten Organen abzuleiten sind, und solche, die an Organen auftreten. Die ersten werden wir als „organoide" Nektarien bezeichnen. Bei den zweiten unterscheiden wir die „stomatären" Nektarien von solchen, bei denen die Sekretion durch die Epidermisaußenwand vor sich geht. Diese wiederum können entweder nur aus dem Dermatogen gebildet werden, „epidermale" Nektarien, oder es ist außer dem Dermatogen noch das Periblem an ihrem Aufbau beteiligt, „histioide" Nektarien. Die Entscheidung, ob ein Nektarium „histioid" oder „epidermal" ist, ist nach dem morphologischen Bild in manchen Fällen nicht zu treffen, sondern kann erst durch Untersuchung seiner Entstehung erbracht werden.

Die von Zimmermann als „gestaltlose" Nektarien bezeichneten Organe der Angiospermen, die sich nur an ihrer Sekretion erkennen lassen, sowie die vom umgebenden Gewebe äußerlich gut unterscheidbaren Nektarien der Polypodiaceen (Pteris) gehören zu den „stomatären" Nektarien, da bei beiden das Sekret durch mehr oder weniger stark gehäufte Saftventile (Stomata) abgesondert wird. Die „stomatären" Nektarien der Angiospermen treten an Organen mit kurzer Lebensdauer auf, z. B. an Involucral-, Perianth-, Kelch- und Nebenblättern. Die Leitbündel führen bis nahe an die Sekretionsstelle, was darauf hindeutet, daß der fertige Nektar durch

die Leitparenchymzellen der Gefäßbündel ausgeschieden wird (Helianthus, Centaurea). Bei den Polypodiaceen (Pteris) haben die Nektarien eine längere Lebensdauer; sie sitzen am Stiel der Farnwedel.

Als weitere Nektarientypen werden Flach-, Gruben-, Hohl- und Hochnektarien unterschieden, die nun sowohl „histioider" als auch „epidermaler" Natur sein können. Im Gegensatz zu vorbeschriebenem Typus findet bei diesen die Nektarabsonderung nicht vermittels Wurzeldruck durch Spaltöffnungen statt, sondern die Drüsenzellen geben nach Radtke (1926) aktiv osmotisch wirksame Substanzen nach außen ab.

Die Flachnektarien liegen stets in gleicher Höhe mit dem umgebenden Gewebe, von dem sie sich morphologisch nur durch eine schärfere Umgrenzung unterscheiden. Anatomisch sind die „histioiden" Nektarien durch die Kleinheit und den dichten Inhalt ihrer Zellen vom umgebenden Gewebe zu unterscheiden, während die „epidermalen" gewöhnlich noch eine Abgrenzung durch die Ausbildung kutinisierter oder sklerotisierter Schichten besitzen. Flachnektarien sind in unserer Flora nicht bekannt; „histioide" kommen u. a. bei Passifloraceen und Ficus-Arten vor.

Senken sich derartige Flachnektarien in das umgebende Gewebe ein, so werden sie zu Grubennektarien. Diese grenzen sich durch eine mehr oder weniger starke Umrandung, die mindestens den Durchmesser des Drüsengewebes hat, vom angrenzenden Gewebe ab. „Epidermale" Nektarien dieses Typs finden sich z. B. auf den starken Nerven der Blattunterseite und am Blattstiel bei Syringa.

Ein weiterer Typus ist das Hohlnektarium, das dadurch aus einem Grubennektarium abgeleitet werden kann, daß das umgebende über das sezernierende Gewebe hinüberwächst. Der Nektar sammelt sich in dem entstandenen Hohlraum und gelangt durch einen engen Ausfuhrgang nach außen. Die Hohlnektarien haben ein tief in

den unteren Teil des erweiterten Hohlraumes vorgewölbtes Drüsengewebe. Wie die Grubennektarien finden sich die Hohlnektarien vor allem auf der Blattunterseite der stärkeren Nerven, vornehmlich am Mittelnerv. „Epidermale“ Hohlnektarien finden sich fast ausschließlich bei tropischen Loganiaceen und Marcgraviaceen.

Aus Flachnektarien können durch Vermehrung ihrer unteren Zellen Hochnektarien entstehen, die das umgebende Gewebe überragen. Als Beispiel für histioide Hochnektarien seien die Zuckerdrüsen der Blattzähne von Prunus-, Populus-, Salix- und Impatiens-Arten und die apothecienartigen Drüsen an den Blattstielen von Ricinus erwähnt. Außer diesen kommen nicht selten auch „organoide“ Hochnektarien vor; so sind z. B. die Nebenblätter der Sambucus-Arten vielfach zu Hochnektarien umgebildet.

Damit wären die Nektarientypen kurz geschildert. Anschließend sei daran erinnert, daß extraflorale Nektarien an allen oberirdischen Sproß- und Blatteilen vorkommen können. Die von uns untersuchten Pflanzen zeigen diese Gebilde an Blütenstandsachsen (Ricinus), an der Blattfläche (Syringa), an Blattzähnen (Prunus, Impatiens u. a.), an Blattstielen (Prunus, Syringa, Viburnum), an Wedelstielen (Pteris), am Blattgrund (Sambucus), an Nebenblättern (Vicia). Auch Niederblätter können extraflorale Nektarien tragen (Malva), ferner auch Hochblätter, z. B. Involucralblätter (Centaurea, Helianthus). Weiter erscheint der Vollständigkeit halber bemerkenswert, daß eine Pflanze an verschiedenen Organen Nektarien besitzen kann (Ricinus). Die an den gleichen Organen vorkommenden Nektarien einer Gattung zeigen im großen und ganzen einen übereinstimmenden Bau (z. B. Prunus, Vicia, Centaurea u. a.).

2. Sekretion, Entstehung und Zusammensetzung des Nektars.

Der Sekretionsvorgang verläuft nicht bei allen Nektarien in gleicher Weise. Bei den einfach gebauten stomatären Nektarien fehlt ein eigentliches Drüsengewebe. Die Sekretion muß also bei ihnen, ähnlich wie bei den Epithem-Hydathoden, durch den in den Gefäßbündeln herrschenden Wurzeldruck erfolgen. Der Nektar wird in gestreckten parenchymatischen Zellen, die unmittelbar an das Gefäßbündelende anschließen, gebildet oder zugeleitet und nimmt dann seinen Weg durch subepidermale Interzellularen und die angrenzenden Saftventile nach außen.

Bei den organoiden, histioiden und trichomatischen Nektarien findet sich ein gut ausgebildetes Drüsengewebe. Die Sekretion erfolgt bei ihnen nicht passiv durch Wurzeldruck, sondern nach Radtke (1926) durch aktive Tätigkeit ihrer Protoplasten. Die Herstellung des Nektars kann bei diesen Nektarien an verschiedenen Orten vor sich gehen. Bei manchen reichen die Gefäßbündelenden mit gestreckten leitparenchymatischen oder procambialen Zellen bis dicht unter das Drüsengewebe. Speicherstoffe, die zur Nektarbildung dienen können, sind in ihrer Umgebung nicht oder nur in geringem Maße vorhanden. Daher ist anzunehmen, daß das Sekret schon in ziemlich fertiger Form den absondernden Zellen zugeführt wird. Andere Nektarien zeigen zwischen den Gefäßbündelendigungen und den eigentlichen Drüsenzellen ein Speichergewebe, das vielfach Stärke oder auch fettes Öl, Zucker oder Gerbstoff enthält. Diese Stoffe werden im Laufe der Sekretionstätigkeit verbraucht, sind also die Baustoffe für den Nektar. Wie der Nektar aus diesen Stoffen entsteht, ist noch unklar.

Nach den zahlreichen Angaben in der Literatur besteht der Nektar aus einer der Konzentration nach sehr variierenden, wässerigen Zuckerlösung, in der andere Stoffe nur in geringer Menge vorhanden sind. Bonnier (1879) z. B. fand Saccharose, Glukose, Dextrin, Gummi, Mannit,

P- und N-haltige Stoffe. Pfeffer (1897—1904) gibt ferner noch Fruktose, Mannitose[1]) und Schleim bildende Kohlenhydrate an. Genaue quantitative Untersuchungen fehlen bislang.

Zu erwähnen sind noch einige p_H-Werte vom extrafloralen Nektar, die mit der im Freiland gut anwendbaren Nyberg'schen p_H-Skala gefunden wurden. Der p_H-Wert des Nektars von am südlichen Waldrand bei Pölchow stehenden jungen Bäumchen von Viburnum Opulus L. lag etwa bei 6 und etwas höher. Gemessen wurde Anfang August des öfteren zur Zeit der stärksten Sekretion am zweiten Trieb zwischen 5 und 8^h morgens. Der Nektar etwa gleich alter unveredelter Bäumchen von Prunus avium L. in der Gartenbauversuchsanstalt Barnstorf zeigte im Juli ebenfalls zur Zeit der stärksten Sekretion des zweiten Triebes zwischen 5 und 8^h morgens einen p_H-Wert von etwa 6,5. Der extraflorale Nektar von Viburnum Opulus L. ist also um ein geringes saurer als der von Prunus avium L. Die Standortsbedingungen beider Arten sind als gleichartig anzusehen.

Beutler (1930) gibt an, daß der florale Nektar von Prunus avium L. alkalisch, also genau entgegengesetzt von dem der extrafloralen Nektarien reagiert. Diese Tatsache deutet darauf hin, daß die Befunde für florale Nektarien selbst für Pflanzen gleicher Art nicht ohne weiteres auch auf die extrafloralen Nektarien übertragen werden können.

3. Abhängigkeit der Sekretion.

a) Abhängigkeit von physiographischen Faktoren.

Da die Gesamtausbildung einer Pflanze — unter der Voraussetzung, daß die klimatischen Verhältnisse nicht anormal sind — weitgehend von der Bodenbeschaffenheit abhängig ist, wird auch die Ausbildung der Nektarien und

1) „Mannitose" enthält nach Czapek I 244 Mannose und Fruktose.

damit auch deren Sekretionstätigkeit stark von dieser Faktorengruppe beeinflußt.

Diesbezügliche Untersuchungen konnte ich an Vicia villosa L., die auf verschiedenen Bodenqualitäten ausgesät war, anstellen. Auf humusarmen Sandböden, wo die Pflanzen starker Besonnung ausgesetzt waren (Rostocker Heide, Kösterbeck), blieben die Wicken nur klein und zeigten auf der Unterseite der nur rudimentär ausgebildeten Nebenblätter keine bei schwacher Vergrößerung erkennbaren Nektarien. Nur wenig besser waren die Nebenblätter an Pflanzen entwickelt, die in dem Wald Swinskuhlen gebaut waren, einem sandigen humusarmen Standort südlicher Exposition mit sehr hohem Grundwasserstand. Sie zeigten ganz kleine Nektarien, die aber fast nie sezernierten. In Barnstorf war ebenfalls, der Mittagssonne ausgesetzt, Vicia villosa ausgesät worden. Der Boden war hier humusreicher, aber durch seine Höhenlage ist der Grundwasserstand verhältnismäßig niedrig, so daß der stark sandige Boden nach jeder Anfeuchtung durch seine Durchlässigkeit sehr schnell wieder austrocknet. Gut entwickelte extraflorale Nektarien waren nur auf den wenigen gut ausgebildeten Nebenblättern zu finden, obwohl die Wicken teilweise mehr als 1 m hoch gewachsen waren. Sekretion war hier nur in den frühen Morgenstunden festzustellen. Nur im Garten der Heilanstalt Gehlsheim zeigte Vicia villosa L. einen guten Entwicklungszustand. Hoher Grundwasserspiegel war hier verbunden mit humosem, sandigem Lehmboden. Die Wicken bekamen nur Morgen- und Abendsonne. Die extrafloralen Nektarien an den hier gut entwickelten Nebenblättern waren vollkommen ausgebildet und sezernierten dementsprechend stärker als die der auf anderen Böden gewachsenen Wicken. Entsprechende Ergebnisse lieferte Prunus spinosa L.: an sandigen, wasserarmen Standorten unvollkommene, verminderte Ausbildung von Nektarien mit schwacher Sekretion, an humusreichen Standorten gut ausgebildete Nektarien mit üppiger Sekretion. Zur Untersuchung der

Einwirkung klimatischer Faktoren auf die Sekretion können also nur normale, wenn auch verschieden gut entwickelte Nektarien herangezogen werden.

Von den klimatischen Faktoren, die die Sekretionsstärke beeinflussen, kommen vor allem Licht, Temperatur und Luftfeuchtigkeit in Frage. Bei den bisherigen Untersuchungen wurden nie alle Faktoren gleichzeitig berücksichtigt, und auch die vorhandenen experimentellen Untersuchungen beschränken sich darauf, den Einfluß jedes einzelnen Faktors auf die Sekretionsstärke festzustellen. Daher versuchte ich, die in Frage stehenden Faktoren in ihrer Gesamtwirkung auf die Sekretion zu erfassen.

Beobachtungen im Freiland lehren zunächst, daß die Nektarien nur eine bestimmte, relativ kurze Zeit hindurch sezernieren. Ihre Tätigkeit setzt z. B. bei Blattstiel- oder Nebenblatt-Nektarien ein mit der beginnenden Entfaltung des Blattes und schließt kurz vor oder mit der vollständigen Entwicklung desselben ab. Weiterhin zeigten die Freilandbeobachtungen, daß die Nektarmenge mit den Tagesperioden schwankte. Um festzustellen, ob diese Schwankungen vom Licht abhängen, wurden Topfpflanzen von Prunus avium L. ins Dunkle gestellt und ihre Sekretion mit der von Lichtpflanzen, die unter sonst gleichen Außenbedingungen gehalten wurden, verglichen. Da Unterschiede nicht auftraten, kommt dem Licht ein Einfluß auf die Sekretionsstärke nicht zu. Daß auch die Temperatur innerhalb der Grenzen, die ein normales Leben der Pflanze ermöglichen, keinen unmittelbaren Einfluß auf den einmal eingeleiteten Sekretionsvorgang hat, geht nicht nur aus meinen eigenen, zu verschiedenen Jahreszeiten gemachten, sondern auch aus allen bisher angestellten Beobachtungen und Untersuchungen hervor (Ewert 1932).

Ein weiterer Außenfaktor, von dem die Sekretionsstärke abhängen könnte, ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Um zu entscheiden, ob dieser unmittelbar auf die Sekretion wirkt, wurden Prunus avium L.-Pflanzen bei hoher Luftfeuchtigkeit eine Zeitlang im Hygrothermostaten

gehalten, dann wieder ins Freie gebracht und nach längerer Zeit ihre Nektarmenge mit derjenigen von Pflanzen verglichen, die während des ganzen Versuches im Freien geblieben waren. Irgendwelche deutlichen Mengenunterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollpflanzen wurden nicht gefunden. Es übt also auch die Luftfeuchtigkeit keinen direkten Einfluß auf den Sekretionsvorgang aus. Wohl aber steht sie in engem Zusammenhang mit der Verdunstungskraft der Luft, die, wie im folgenden gezeigt wird, die abgeschiedene Nektarmenge sehr stark beeinflußt.

Zur Messung der Verdunstungskraft waren die bekannten Evaporimeter nicht zu gebrauchen, da sie durch ihre leichte Zerbrechlichkeit und ihre Größe zu unhandlich waren. Ich konnte also nur einen Apparat verwenden, der leicht zu transportieren war und zu Messungen jeder Art, auf der Erde und in Baumkronen, benutzt werden konnte. Hierzu eignete sich eine flache Petrischale mit einer Innenweite von 10,6 cm und einer Höhe von 2,8 cm, in die 50 ccm destilliertes Wasser bequem hineingehen. In einem mit mm^3-Skala kalibrierten Glasrohr, das in einer Thermometerhülse aufbewahrt und transportiert wurde, konnten die 50 ccm genau abgemessen werden. Jedesmal nach einer halben Stunde wurde das Wasser aus der Petrischale wieder durch einen kleinen Trichter zurückgegossen. Vorbedingung für jede Messung war, daß vor Beginn derselben alle Glasteile, die mit dem abgemessenen Wasser in Berührung kamen, mit destilliertem Wasser benetzt wurden, um die Wassermenge, die immer durch Adhäsion am Glas hängen bleibt, auszuschalten. Da das kalibrierte Glasrohr, Trichter und Petrischale immer peinlich sauber gehalten wurden und zu jeder Messung immer dieselben Gefäße verwandt wurden, war die durch Adhäsion gehaltene Wassermenge immer dieselbe, wie die Kontrollen ergaben. Vorversuche mit dieser Apparatur im Thermostaten zeigten, daß diese Methode zur Messung der Evaporation durchaus brauchbar war, und sie hat sich auch, wie aus folgendem hervorgeht, bewährt.

Die auf den Nektarien befindliche Nektarmenge habe ich nach folgenden Gesichtspunkten eingeteilt. Befindet sich auf dem Nektarium ein großer Tropfen Nektar, dessen oberster Rand sich bei einem Grubennektarium z. B. über die gedachte Verbindungslinie des Nektarienrandes emporwölbt, so sei diese als „relative Nektarmenge 1“ bezeichnet (Fig. 1). Ist das Nektartröpfchen so klein, daß es nicht über den höchsten Nektarienrand emporragt (Fig. 2), sei es die „relative Nektarmenge 2“. Zeigte das Nektarium nur noch einen feuchtglänzenden, klebrig erscheinenden Überzug

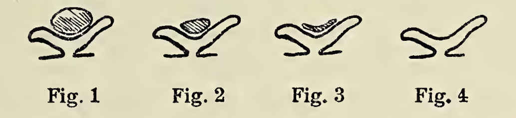


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4

(Fig. 3), so sei es „relative Nektarmenge 3“ benannt; konnte man diesen Belag auch nicht erkennen, erscheint das Nektarium also trocken, so bezeichnen wir es mit „relative Nektarmenge 4“ (Fig. 4). Um eine gleichmäßige, für jede Pflanze spezifische Beurteilung der „relativen Nektarmenge“ vornehmen zu können, mußten möglichst viele Nektarien betrachtet werden. Die einzelnen Beobachtungsresultate hier wiederzugeben, gestattet der Umfang der Arbeit nicht, deshalb sollen in der folgenden Tabelle nur die Durchschnittswerte der relativen Nektarmenge in Abhängigkeit von der Verdunstungskraft für die einzelnen untersuchten Pflanzen gegeben werden.

Sowohl aus den Werten für jede einzelne Pflanze, als auch aus den in der untersten Zeile errechneten Durchschnittswerten ergibt sich, daß die sich fast um das Doppelte steigernde Verdunstungskraft zusammenfällt mit der stufenweisen Abnahme der relativen Nektarmenge. Folglich braucht die absolute Nektarmenge und damit auch die Sekretion in den einzelnen Tageszeiten nicht verschieden zu sein. In der Literatur (Ewert [1932] u. a.) sind aber viele Angaben darüber gemacht worden, daß in den frühen Morgenstunden die Nektarabsonderung am

Pflanze	Durchschnittliche Verdunstung bei der relativen Nektarmenge				
	1	2	3	4	
Helianthus	0,45	0,75	1,53	—	cm³
Centaurea	—	0,75	1,55	1,9	"
Pteris	0,5	1,1	1,5	—	"
Syringa	—	0,81	1,5	2,3	"
Prunus	0,4	0,87	1,45	2,16	"
Populus	—	0,4	1,2	—	"
Salix	—	0,76	1,63	2,66	"
Viburnum	0,4	0,94	1,5	—	"
Sambucus	—	0,98	1,57	2,5	"
Impatiens	—	0,45	1,4	—	"
Ricinus	—	0,8	1,2	—	"
Vicia	—	0,7	1,33	2,2	"
Verdunstungs-durchschnitt	0,44	0,78	1,45	2,28	cm³

reichlichsten sei und daß mittags keine Sekretion stattfinde, um wieder am Abend zuzunehmen. Bringen wir nun einmal von den vielen die Verdunstung beeinflussenden Faktoren nur die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit in Zusammenhang mit den Sekretionserscheinungen der Nektarien, so können wir feststellen, daß morgens, wenn keine hohe Verdunstungskraft besteht (hohe Luftfeuchtigkeit, niedere Temperatur) Nektartröpfchen vorhanden sind. Mittags bei hoher Verdunstungskraft (wenig Luftfeuchtigkeit, hohe Temperatur) erscheinen die Nektarien trocken. Am Abend nimmt die Verdunstungskraft wieder ab, es wird kühler und die Luft wieder feuchter, und auf den Nektarien erscheint wieder ein feuchtklebriger Glanz, teilweise auch wieder ein Tröpfchen. An Regentagen oder an Tagen, an denen es stark bewölkt und kühl ist, findet man häufig, und zwar dann fast regelmäßig mittags, kleine Tröpfchen auf den Nektarien. Kühlt es während der Nacht nicht ab, so sind auch morgens die Nektarien trocken, wie ich häufig Gelegenheit hatte festzustellen. Auch nachts habe ich keine,

außer bei dem vorgenannten Falle, Tropfen auf den Nektarien sehen können, sondern immer erst kurz vor und nach Sonnenaufgang, also zur kühlsten Tageszeit.

Zur einwandfreien Klärung der Frage nach der Periodizität der Sekretionsstärke wurden, da dies nicht ohne weiteres an Freilandexemplaren festzustellen ist, Untersuchungen im Hygrothermostaten angestellt. Kleine Prunusbäumchen wurden im zeitigen Frühjahr in Töpfe gepflanzt und diese dann im Garten in Erde eingelassen. Als der Trieb entfaltet und die Sekretion am stärksten war, wurden die Töpfe aus der Erde genommen und in den Hygrothermostaten gestellt. Die Töpfe standen unter dem Boden des Thermostaten, durch den der Stamm des Bäumchens hindurchging, so daß sich nur die Krone im Thermostaten befand.

Bei ca. 50 % Luftfeuchtigkeit und 23 ^{0} Temperatur blieben die Nektarien trocken, nur morgens zwischen 6 und 9 ^{h} zeigten sich vereinzelt kleine Tröpfchen. Der Versuch lief einige Male vier Tage lang ununterbrochen, Luftfeuchtigkeit und Temperatur blieben konstant. Wurde dann dasselbe Bäumchen im Hygrothermostaten einer Luftfeuchtigkeit von ca. 95 % und einer Temperatur von 17 ^{0} ausgesetzt, waren stets kleine Tröpfchen auf den Nektarien zu sehen, die morgens um ein weniges größer waren als am übrigen Tage .

Hieraus geht hervor, daß eine schwache tägliche Periodizität besteht; die viel stärker ausgeprägten Schwankungen an Freilandpflanzen gehen aber in der Hauptsache auf den Wechsel der genannten klimatischen Faktoren des Tages zurück.

b) Abhängigkeit von physiologischen Faktoren.

Im vorigen Abschnitt wurde gezeigt, daß Sekretionsverlauf und Stärke von den Außenbedingungen unabhängig sind. Es bliebe zu untersuchen, wieweit innere experimentell erfaßbare Faktoren diese Vorgänge beeinflussen. Hier-

her gehören die Stoffwechselprozesse, die mit der Assimilation und mit dem Wasserhaushalt zusammenhängen.

Der schon erwähnte Dunkelversuch an Prunus-Pflanzen ergab die Unabhängigkeit der Sekretion vom Lichte und somit auch von der Assimilation. Gleichsinnig verliefen auch Versuche mit Viburnum und Prunus, bei denen nur die Blattflächen verdunkelt wurden. Ein Nachlassen der Sekretion konnte erst nach 3—4 tägiger Verdunkelung bemerkt werden, einer Zeit, in der der Gesamthaushalt des Blattes schon erheblich gestört ist. Schimper (1888) sah bei Cassia neglecta-Pflanzen, die in CO_2-freier Luft standen oder denen durch Lichtentzug die Assimilation unmöglich gemacht wurde, ein allmähliches Nachlassen und schließliches Versiegen der Sekretion. Er schließt daraus, daß die Sekretion nur dann erfolgen kann, wenn durch Assimilation die Nektarbaustoffe im Blatt gebildet werden. Haupt (1902) jedoch kommt ebenso wie wir auf Grund zahlreicher Dunkelversuche zu dem Ergebnis, daß Assimilationsstörungen durch Lichtentzug sich überhaupt nicht oder doch erst nach lang anhaltender Dunkelheit auf die Sekretionsstärke auswirken können.

Die Abhängigkeit der Sekretion der extrafloralen Nektarien vom Wasserhaushalt der Pflanzen wird in der Literatur nur wenig behandelt. Da die extrafloralen Nektarien und die Hydathoden vielfach eine gleiche Bauweise zeigen, bei Vicia-Arten — wie Haberlandt (1892 bis 1896) nachwies — sogar ineinander übergehen können, liegt der Gedanke nahe, daß auch die Tätigkeit beider Drüsenarten von denselben physiologischen Vorgängen in der Pflanze bedingt sei. Unger (1844, 1858), Moll (1880) und Haberlandt (1892—1896) erzielten an Hydathoden, bei denen die Gefäßbündelendigungen durch Interzellularen mit Wasserspalten verbunden waren, ein baldiges Einsetzen der Sekretion und eine Verstärkung derselben, wenn sie durch Druck oder Injektion Wasser in den Stengel preßten. Eine vermehrte Flüssigkeitsabsonderung dürfte auch schon

nach kurzer Zeit bei denjenigen extrafloralen Nektarien vorkommen, die den Epithem-Hydathoden entsprechend gebaut sind, also den „stomatären“ extrafloralen Nektarien. In beiden Fällen ist am intakten Organismus der Wurzeldruck die auspressende Kraft, die sich in den Versuchen durch den Druck einer Wassersäule auf die Leitungsbahnen ersetzen läßt. Jedoch stehen diese Versuche für die extrafloralen Nektarien noch aus. Wichtig wäre auch, den auf diese Weise künstlich vermehrten Nektar auf seinen Zuckergehalt zu prüfen.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den übrigen Nektarien. Bei ihnen erfolgt das Sezernieren nicht durch eine „Druckinfiltration“ sondern durch aktive Tätigkeit der Drüsenzellen selbst. Eindeutig geht das aus den Versuchen Radtkes (1926) an Blütennektarien hervor. Durch Auflegen der Blüten auf Zuckerlösungen wurde die Sekretion deutlich gefördert; Bepinseln der Nektarien mit Alkohol oder Sublimatlösung hingegen verursacht Einstellung der Sekretion.

Daher ist es auch nicht verwunderlich, daß Wilson (1881—1885) und Haupt (1902) bei ihren Druckversuchen an den „nicht-stomatären“ Nektarien von Prunus Laurocerasus L. bzw. Sambucus racemosa L. keine Sekretionszunahme fanden. Wenn diese Nektarien an intakten Pflanzenteilen überhaupt zu beeinflussen sind, so kann das nur relativ langsam vor sich gehen; denn die bessere Wasserversorgung kann sich nur allmählich von Zelle zu Zelle fortpflanzen, bis auch schließlich die peripher liegenden Nektarien davon erfaßt werden. Daß die Sekretion mancher Pflanzen nicht zu beeinflussen ist, mag örtlich bedingt sein. Keinesfalls gilt es aber für alle Pflanzen. So erhielt u. a. Haberlandt (1898) bei Vicia-Arten nach gewisser Zeit eine erhebliche Zunahme der Nektarabsonderung, wenn er abgeschnittene Sprosse in Wasser stellte, d. h. reichlich mit Wasser versorgte. Das gleiche gilt für die Versuche Radtkes (1926) mit Blütennektarien, besonders von Fritillaria imperialis.

Auch Bonniers Beobachtungen, daß eine vermehrte Sekretion an warmen sonnigen Tagen, die an eine Regenperiode anschließen, erfolgt, sprechen für einen Einfluß der Wasserversorgung auf die Sekretion. Gleiche Erscheinungen sah ich in meiner Beobachtungszeit mehrfach bei Prunus und Viburnum. Wenn aber Bonnier die täglichen Schwankungen der sezernierten Nektarmenge auf die durch die Transpiration bedingten Wasserverluste zurückführen will, so muß dem widersprochen werden. Im Laufe der letzten Untersuchungsperiode habe ich, um einen ungefähren Einblick in die Transpirationsgröße zu bekommen, bei den verschiedensten Objekten mit Hilfe der Xylol-Alkohol-Infiltrationsmethode den Öffnungszustand der Spaltöffnungen bestimmt. Bei keinem der untersuchten Objekte ließ sich irgendein Zusammenhang zwischen Spaltöffnungsweite und Nektarausscheidung feststellen. So war beispielsweise bei Salix alba L. in den frühen Morgenstunden die Nektarabsonderung gleichmäßig, unabhängig davon, ob die Spalten geschlossen waren oder den größtmöglichsten Öffnungsgrad zeigten. Der Fehlschluß Bonniers ist sicherlich darauf zurückzuführen, daß er der Verdunstungskraft der Luft eine zu geringe Bedeutung beimaß.

Daß bei besserer Wasserversorgung ein stärker wasserhaltiger Nektar, nicht etwa Wasser, ausgeschieden wird, haben Schimper (1888) und Haupt (1902) für Prunus-Arten, Viburnum Opulus L., Vicia Faba L. u. a. nachgewiesen.

4. Ueber die physiologische Bedeutung der extrafloralen Nektarien für die Pflanze.

Fragen wir jetzt nach der physiologischen Bedeutung der extrafloralen Nektarien für die Pflanze, so gelang bisher nur der Nachweis, daß Verlauf und Stärke der Sekretion mit dem Wasserhaushalt der Pflanze in Beziehung stehen. Es liegt daher nahe, den extrafloralen Nektarien

die gleiche Funktion zuzuschreiben wie den auch morphologisch und anatomisch sehr ähnlichen Hydathoden. Die Hydathoden dienen der Abgabe von überschüssigem Wasser und vielleicht unbrauchbarer anorganischer Stoffe; die Nektarien dienen zur Abgabe von örtlich überschüssigem, organischem Material, hauptsächlich in Form der löslichen Zucker, möglicherweise, um auf diesem Wege ein osmotisches Gefälle aufrecht zu erhalten.

Mit dieser Deutung steht durchaus im Einklang, daß die Nektarien an solchen Pflanzenteilen stehen, in denen zu gewissen Zeiten starke Stoffleitung erfolgt, und daß die Sekretion gerade zu dieser Zeit ausschließlich stattfindet.

Außer der physiologischen wird den extrafloralen Nektarien noch eine ökologische Bedeutung zugesprochen, die darin besteht, Insekten anzulocken. Jedoch darauf näher einzugehen, ist erst möglich, wenn in dem folgenden speziellen Teil die an den einzelnen Pflanzen angestellten Beobachtungen und die an ihren extrafloralen Nektarien gefangenen Insekten angegeben worden sind.

II. Spezieller Teil: Die extrafloralen Nektarien der einzelnen Pflanzenarten, ihre Besucher und die anderer zuckerhaltiger Ausscheidungen an Blättern.

Im speziellen Teil werden Beobachtungen mitgeteilt, die sich auf die extrafloralen Nektarien der einzelnen Pflanzen und die Insekten, die am extrafloralen Nektar gefangen und in den anliegenden Tabellen angeführt sind [2]), beziehen.

Es soll festgestellt werden, ob Beziehungen zwischen den Pflanzen und diesen Insekten vorhanden sind und

---

2) Die Namen der Pflanzen und der Insekten, welche die extrafloralen Nektarien besuchen, sind nur in den Tabellen mit dem Autornamen versehen, da einmalige Zitierung desselben genügt.

welcher Art diese wiederum sind; denn daraus ergibt sich die ökologische Bedeutung der extrafloralen Nektarien. Dieser Gesichtspunkt macht es erforderlich, hier die Insekten einzuteilen in solche, die durch ihre Lebensweise der Pflanze Schaden zufügen, in solche, die für die Pflanze indirekt von Nutzen sind, indem sie jene ersteren fernhalten oder töten, und in solche, die für Pflanzen bedeutungslos sind.

Denn fast solange, wie extraflorale Nektarien bekannt sind, wird versucht, ihnen eine besondere ökologische Bedeutung beizulegen. Allerdings hat man sich stets nur mit der Frage eines einseitigen Nutzens dieser Organe für die Pflanze beschäftigt, nicht aber mit ihrem Nutzen für die Insekten. Näher auf die ältere umfangreiche Literatur einzugehen, erübrigt sich, da dieselbe von Nieuwenhuis (1907) in sehr ausführlicher Weise zusammengefaßt worden ist.

Zur kurzen Orientierung sei hier nur gesagt, daß man bisher eine ökologische Bedeutung darin gesehen hat, daß Ameisen angelockt werden, die einmal andere für die Pflanze schädliche Insekten von Blüten und Blättern fernhalten, andererseits selbst durch den extrafloralen Nektar vom Blütenbesuch abgehalten werden sollen.

Im Anschluß hieran kann eine weitere Klärung der biologischen Bedeutung der extrafloralen Nektarien in der Beantwortung folgender Fragen gesehen werden:

1. Wird der extraflorale Nektar bei Anwesenheit von Ameisen noch von anderen Insekten aufgesucht?
2. Erleiden die Blüten einen Nachteil durch den Ameisen-Besuch und sollen dieselben deshalb durch die extrafloralen Nektarien abgelenkt werden?
3. Können andere Insekten bei Anwesenheit von Ameisen auf der Pflanze die Blüten derselben besuchen?
4. Welche Bedeutung hat der Nektar für die Insekten, und welche Beziehungen bestehen zwischen diesen Insekten und der Pflanze?

Diese Fragen sollen in einem besonderen Abschnitt an Hand des in diesem speziellen Teil mitgeteilten Tatsachenmaterials zusammenhängend erörtert werden.

Pteris aquilina L.

Die in ihrer Jugend leicht erhabenen, später abgeflachten, stomatären Nektarien des Adlerfarnes haben eine dreieckige bis ovale Form und sitzen an der Basis der Fiederchen. Die Farbe zeigt vom Grün bis zum Braunrot alle Übergänge und zwar in der Weise, daß die jüngsten grün sind, sich aber bald vom Rande her während der Sekretion mit einem rötlich braunen Kranz umgeben, der sich bei älteren Nektarien über die ganze sezernierende Fläche verbreitert. Allerdings ist es nicht immer der Fall, daß sich die Nektarien färben, sondern bei einigen Farnpflanzen bleiben die Nektarien bis zum endgültigen Stillstand ihrer Sekretion grün, bei anderen Pflanzen zeigen schon die jüngsten Nektarien einen violetten Schimmer. Darwin (1877) sowohl wie Figdor (1891) haben recht, wenn der eine von grünen Nektarien (smithgreen) und der andere von rötlichbraunen spricht. Im Gegensatz zu Figdor habe ich öfters beobachtet, daß alte funktionslose Nektarien nicht rötlich werden, sondern eine braunschwarze Farbe annehmen. Allerdings habe ich auch funktionslose grüne Nektarien gefunden, woraus zu schließen ist, daß eine Anthocyanbildung als sekundäre Erscheinung eintreten kann. Bezüglich der Funktionsdauer konnte ich feststellen, daß die Sekretion mit dem Entfalten des betreffenden Fiederchens beginnt und aufhört, wenn dasselbe ausgewachsen ist und seine Sporen anlegt.

Der Nektar wurde eifrig von Insekten besucht, von denen die Mehrzahl kaum von einer Bedeutung für den Adlerfarn ist. Jedoch sind es zum Teil Käfer und Blattwespen, die unseren Nutzholzbäumen einen nicht geringen Schaden zufügen können. Gerade im Kiefernwald, wo sich an und für sich wenig Unterwuchs außer Farn befindet, bietet der extraflorale Nektar eine willkommene

Futterquelle für diese Schädlinge. Die zahlreichen Ameisen wurden mit geringen Ausnahmen nur im Kiefernaltholz der Rostocker Heide am Farnnektar gefangen; im Mischwald dagegen hielten sich daran im Vergleich zu den Dipteren und Coleopteren sehr wenige von ihnen auf. Irgendwelchen Nutzen, den der Farn aus dem Ameisenbesuch ziehen könnte, habe ich nicht feststellen können, da die unter Umständen die Nektarien auffressenden Käfer wie Phyllopertha horticola, Otiorrhynchus singularis, Phyllobius maculicornis, Polydrusus cervinus und auch Orchestes fagi sich gar nicht durch die massenhaft auf dem Farn umherlaufenden Ameisen in ihrer Tätigkeit stören lassen. Beim Phyllobius konnte ich beobachten, wie er ein Nektarium ausfraß. Ob die anderen Coleopteren die Nektarien ausfressen, konnte ich nicht mit Sicherheit feststellen, ist aber als sehr wahrscheinlich anzunehmen. Im Kiefernholz habe ich wenig andere Insekten gefangen als gerade Ameisen und Coleopteren. Da ich sehr oft verletzte Nektarien vorgefunden habe, ist wohl anzunehmen, daß die Fraßbeschädigungen von den Käfern herrühren. Von einem Ameisenschutz kann in diesem Falle also gar nicht gesprochen werden, auch sind die Käfer nicht direkt als Schädlinge des Adlerfarnes aufzufassen, da der Verlust der Nektarien auf die Pflanze keinen Einfluß auszuüben scheint. Weiter ließen sich auch die Heteropteren, die durch ihre Saft saugende und dadurch Gewebe verletzende Tätigkeit als arge Schädlinge zu betrachten sind, nicht von den Ameisen vertreiben.

Da die Fliegen Pycnoglossa cinerosa und Chirosia parvicornis im Adlerfarn als Larve minieren und die Sägewespen Selandria stramineipes und Strongylogaster lineata als Larven die Farnwedel verzehren, so kann den Nektarien im Verhältnis zu den Insekten kein Nutzen für die Pflanze zugesprochen werden, sondern, wenn denn schon diese reichlich akademische Frage entschieden werden muß, eher eine schäd-

liche, da durch sie den Insekten, deren Larven sich vom Farngewebe ernähren, noch Nahrung für die Imago geboten wird.

Helianthus annuus L.

Unsere Sonnenblume hat auf den Laubblättern, die der Blüte am nächsten stehen, und auf den Involucralblättern gestaltlose, nach unserer Einteilung stomatäre, extraflorale Nektarien. Solange der Stengel, an dessen Spitze sich stets eine Knospe befindet, wächst, scheiden die darunter sich entfaltenden Blätter auf ihrer Unterseite, hauptsächlich an der Basis der Lamina und der Hauptnervnähe kleine Tröpfchen von extrafloralem Nektar aus, der aber sehr schnell eintrocknet. An warmen, sonnigen Tagen mit hoher Verdunstungskraft sind die Tröpfchen schon mit dem Verdunsten des Taues verschwunden. Hört das Längenwachstum des Stengels auf und beginnt sich die Knospe zu entfalten, so hört die Sekretion der Laubblätter auch auf, und dafür beginnen die gestaltlosen Nektarien auf den Hüllblättern mit der Sekretion. Und zwar sitzen hier die stomatären Nektarien, die sich nur an der Sekretion erkennen lassen, ebenfalls wie auf den Laubblättern unregelmäßig verteilt; und hier habe ich die größten und zahlreichsten Nektartröpfchen nach der Basis des Hüllblattes hin beobachtet. Das ganze Hüllblatt ist, mit der Lupe betrachtet, mit zahlreichen kleinen Höckerchen besetzt, auf deren Spitze das Nektartröpfchen ausgeschieden wird. Sobald die Knospe sich voll entfaltet hat, hört auch die Sekretion auf. Es wird der Nektar also nur während des Wachsens abgeschieden, zuerst auf den Laubblättern und, wenn hier die Nektarien funktionslos werden, auf den Involucralblättern. Daß an den Laubblättern wie auch an den Involucralblättern Nektar und kein Wasser abgeschieden wurde, beweisen die Insekten, die diese Tröpfchen stets annahmen, während z. B. die sich auf der Oberseite der Blätter befindenden Tautropfen sichtlich gemieden wurden.

Am extrafloralen Nektar wurden die in der Tabelle angeführten Insekten gefangen. Als schädlich sind davon alle Heteropteren anzusehen; denn ich habe verschiedentlich die Lygus-Arten beobachtet, wie sie ihren Rüssel in die Involucralblätter einsenkten, und meistens gerade da, wo Nektar abgeschieden wurde. Auch hielten sie sich häufig auf dem Blütenstande auf, wo sie wohl für die Bestäubung sorgen, aber auch nach Sorauer (1932) schädlich sein können. Ebenso schädlich sind die Homopteren. Weiter fügen die Apion-Arten, Olibrus aeneus und Stilbus testaceus der Sonnenblume dadurch beträchtlichen Schaden zu, daß sie Pollen und Fruchtstände fressen. Wenn sie überhaupt zur Befruchtung beitragen sollen, so ist die Pflanze jedenfalls auf sie nicht allein angewiesen. Ameisen habe ich hier nicht am extrafloralen Nektar gefunden, auch keine anderen Insekten, die der Sonnenblume in irgendeiner Weise nützlich sein könnten, als höchstens die Bestäubung der Blüten vorzunehmen, was aber auch ohne das Vorhandensein der extrafloralen Nektarien geschehen würde. Danach dürften wohl die extrafloralen Nektarien nicht als Schutzeinrichtung der Pflanze anzusehen sein, sondern sie locken im Gegenteil noch die das nahe den Blüten gelegene Gewebe zerstörenden Insekten an.

Centaurea Scabiosa L.

Die Involucralblätter dieser Centaurea haben lange, graubraune Dornen, die zum Teil so lang sind, daß sie die darüber sitzenden Blättchen fast ganz verdecken. Deswegen war es auch nur schwer möglich, an ihnen eine Nektarsekretion zu erkennen. Jedoch findet eine reichlichere Nektarabsonderung statt, als man zuerst vermutet. Auf den meist nahe an der Basis des Blütenköpfchens sitzenden Involucralblättern waren kleine, klebrig schimmernde Pünktchen zu finden, und zwar auf dem innersten Farbenkranze derselben. Wurde ein Involucralblatt gewählt, an dem ein Insekt gesessen hatte, befand sich stets wenigstens ein

Nektarium darauf; wurde dagegen ein beliebiges Blatt genommen, so konnten nur in einigen Fällen Nektarien gefunden werden. Die nach unserer Einteilung stomatären Nektarien der Centaureen sitzen daher nicht auf allen Involucralblättern. Solange die Blütenköpfchen noch fest geschlossen und sobald sie voll entfaltet waren, habe ich keine Insekten an ihren Involucralblättern gefangen, woraus zu schließen ist, daß in diesen Entwicklungsstadien noch keine bzw. keine Sekretion mehr stattfindet. Ein reger Insektenbesuch war nur festzustellen, als sich die Knospen gerade öffneten, was immerhin 1—2 Tage, bei kühlerem Wetter auch noch länger dauerte und sich gut beobachten ließ. Bei allen halb geöffneten Blütenköpfchen setzt bei allen beobachteten Centaureen die größte Sekretionstätigkeit ein.

Da mir nur wenige Blütenköpfe der Centaurea Scabiosa zur Verfügung standen, konnte ich nur relativ wenige Insekten fangen. Diese fand ich auf den Involucralblättern teils suchend umherrennend, teils in saugender Stellung auf den Dörnchen der Involucralblätter sitzend und den Nektar zwischen den Dörnchen hervorholend. Bemerkenswert ist, daß sich im ganzen nur 2 Ameisen an den 8—12 Blütenköpfchen aufhielten und sich an demselben Blütenköpfchen, an dem sich Lasius niger befand, auch die drei carpophag lebenden Käfer aufhielten, was bei einem wirklichen Ameisenschutz nicht hätte der Fall sein dürfen. Als weiterer Schädling ist Trypeta onotrophes zu betrachten, da die Larven dieses Dipters ebenfalls in den Blütenköpfchen leben. Die Imagines werden durch die extrafloralen Nektarien schon angelockt, bevor sich die Blüte voll entwickelt hat, und so bewirken die extrafloralen Nektarien einen früheren Befall mit den Larven.

Centaurea Jacea L.

Die Zahl der extrafloralen Nektarien, die in Bau und Form denen der vorigen Art entsprechen, ist geringer als bei Centaurea Scabiosa. Sie sitzen an der Peripherie

der inneren, etwas dunkler grün erscheinenden Teile und sind nicht leicht zu finden, da sie sezernierend nur mehr oder weniger kleine Pünktchen darstellen. Erkennbar sind sie nur mit der Lupe an ausgezogenen Involucralblättern. Mit Hilfe der saugenden Insekten sind sie aber mit Sicherheit auffindbar. Der Höhepunkt ihrer Sekretion wird ebenfalls während des Aufblühens der Blütenköpfchen erreicht. Bei keinem der zahlreichen Blütenköpfchen war es mir möglich, noch nach der Blüte sezernierende Nektarien zu finden.

Unter den 58 gefangenen Besuchern sind nur zwei Ameisen vertreten. Sie wurden an Köpfchen gefangen, an denen gleichzeitig der Käfer Meligethes aeneus und die Wanze Plagyognathus arbustorum saugend saßen, so daß auch hier, den Angaben früherer Beobachter entgegen, nicht von einem Ameisenschutz die Rede sein kann. Bei Centaurea Jacea ist es mir ganz besonders aufgefallen, wie wenig Ameisen sich an den Blütenköpfchen aufhielten, obwohl am Standorte der Pflanzen eine ganze Reihe von Arten solcher beobachtet wurden.

Den beiden allenfalls indirekt „nützlichen" Ameisen stehen noch die 6 Trypeta onotrophes (Fruchtfliegen) als „schädlich" gegenüber, die sich in dieser Centaurea wie in anderen Compositen entwickeln.

Centaurea angustifolia Mll. var. fuscomarginata Hort.

Die Involucralblätter dieser Centaurea sind so gut wie gar nicht mit Dornen oder ähnlichen Gebilden bewehrt. Die extrafloralen Nektarien, die in Form und Bau denen der anderen Centaurea-Arten entsprechen, sitzen an der Spitzenregion der Involucralblätter, und zwar manchmal zu mehreren an einem, während sie andererseits auf vielen Involucralblättern fehlen. Wenn die Blütenköpfchen beginnen aufzuplatzen, beginnt die Sekretion, die mit unbewehrtem Auge gut zu erkennen ist, und an der

man erst erkennt, daß hier ein Nektarium sitzt. Es zeigen sich entweder kleine Tröpfchen oder zumindest kleine, klebrige Pünktchen. Mit dem Verblühen hört die Sekretion auf.

Einmal beobachtete ich eine Ameise an einem verblühten Köpfchen, die, emsig hin und her laufend, nach Nektar zu suchen schien. Sie blieb dabei nicht nur an den Involucralblättern, sondern lief oft über die Blüte. Auch habe ich während der Hauptsekretionszeit Ameisen auf der Blüte angetroffen. Bei dieser Centaurea war die von einem Nektarium abgeschiedene Nektarmenge unter gleichen Bedingungen bedeutend größer als die bei einem Nektarium der beiden vorigen Arten. Hierauf wird wohl der stärkere Ameisenbesuch zurückzuführen sein. Aber trotz der vielen Ameisen befanden sich eine Coccinelliden-Larve und ein Meligethes aeneus und die angeführten Dipteren (Trypeta) an den Involucralblättern. Die saugenden Ameisen bekümmerten sich gar nicht um die direkt neben ihnen sitzenden Insekten, so daß hier überhaupt nicht von einem Ameisenschutze gesprochen werden darf.

Ob die Centaurea-Arten auf Grund dieser Beobachtungen noch zu den myrmecophilen Pflanzen zu rechnen sind, dürfte sehr zweifelhaft erscheinen und bedürfte weiterer Nachprüfungen in anderen klimatischen Zonen.

Syringa vulgaris L.

Über Entwicklung, Bau, Form und Lage der trichomatischen Grubennektarien an den Laubblättern von Syringa gibt Schwendt (1907) eine eingehende Schilderung. Auf den im Vergleich zum umgebenden Gewebe dunkler erscheinenden Sekretionsstellen erkennt man in den frühen Morgenstunden oft kleine Nektartröpfchen, in den späteren Tageszeiten kann man bei noch im Wachstum begriffenen Blättern stets einen feuchtklebrigen Glanz wahrnehmen. Die Sekretion beginnt mit dem Entfalten

des Blattes und hört auf, sobald auch das Blatt sein Wachstum einstellt, woraus auf einen direkten Zusammenhang der Sekretion mit dem Wachstum zu schließen ist. Stellen die Nektarien ihre sekretorische Tätigkeit für immer ein, so werden sie schwarz, was sowohl durch Verpilzung, Verschmutzung oder auch durch Degeneration verursacht sein kann. An einem Busch entwickelte sich Ende Juli ein zweiter Trieb, dessen Blätter sehr stark sezernierende Nektarien besaßen.

Wie bei den vorher besprochenen Pflanzen ergibt sich keine nützliche Bedeutung der Nektarien. Unter den 53 Insektenindividuen befindet sich nur eine Ameise. Eher hat die Anlockung der Weichkäfer der Gattung Cantharis eine Bedeutung, da diese den Blattläusen eifrig nachstellen. Die beiden Rüsselkäferarten dagegen dürften diesen Nutzen wieder aufheben, da sie arge Blattschädiger sind.

Prunus avium L.

Die erste genauere Beschreibung des Baues und der Entwicklung der Blattzähne als Sekretionsorgane gibt Reinke (1876) für Prunus. Auffällig ist, daß er besonders betont, daß der Nektar dieser Sekretionsorgane nicht von Bienen und anderen geflügelten oder ungeflügelten Insekten aufgesucht wird. Im Gegensatz hierzu hat Bonnier (1897) Insektenbesuch, insbesondere den von Bienen am extrafloralen Nektar von Prunus festgestellt. Weitere eingehende Beobachtungen hat Rathay (1883) gemacht, der die Nektar besuchenden Insekten aufzählt; auch er gibt eine kurze makroskopische Beschreibung der extrafloralen Nektarien und ihre Anordnung am Blatt bzw. Blattstiel. Ludwig (1889) betrachtet anläßlich seiner Forschungen über extranuptiale Saftmale die rote Farbe der Nektarien als Wegweiser und Anlockungsmittel für Insekten (Ameisen) zum Nektar. Eine kurze Darstellung der anatomischen Verhältnisse und ihre Zusammenhänge mit der Sekretion gibt unter

anderem auch Schwendt (1907). Vervollständigt sind die bisherigen Kenntnisse über Anatomie, Sekretion etc. von Zimmermann (1932). Die extrafloralen Nektarien sind ausnahmslos Hochnektarien und sitzen an den Blattzähnen zunächst der Basis der Lamina und am Blattstiel, sind also histioide Nektarien. Ihre Größe und Gestalt kann sehr verschieden sein. Vom länglich ovalen und flacheren Typ finden sich alle Übergänge bis zum fast runden, höheren Nektarium. Auch die Farbe kann sehr verschieden sein, zuweilen ist diese leuchtend rot, in anderen Fällen grün, wobei natürlich auch alle Übergänge zwischen diesen beiden Farben vorkommen können. Im allgemeinen läßt sich von Prunus avium sagen, daß sich die Nektarien mit zunehmendem Alter rötlich färben, wenn sie als Jugendstadium grün sind. Ihre Form und Farbe scheint, wie es am Anfang der Arbeit schon erwähnt wurde, eine Eigenart der betreffenden Kirschsorte zu sein.

An den jungen, sich zuerst entfaltenden Blättern sitzen zunächst zwei kleine, paarig angeordnete Nektarien entweder am letzten Blattzahnpaar oder auf dem Blattstiel. Bei sehr kräftigem Wachstum des Zweiges sind manchmal schon mehrere Nektarien mit rötlicher Farbe zu erkennen. Mit Zunahme von Alter und Größe des Blattes wachsen auch diese Nektarien. An ganz jungen Blättern makroskopisch noch nicht erkennbare Nektarien wachsen oft zu ansehnlichen Drüsen heran, so daß auf einem Blattstiel bis zu 8 Stück und mehr sitzen können, die fast ausnahmslos paarig angeordnet sind.

Die Hauptsekretion setzt ein, sobald sich das Blatt entfaltet hat. Mit zunehmendem Alter und dem Ende der Wachstumszeit des Blattes läßt die Sekretion nach. An alten ausgewachsenen Blättern zeigt sich dann auch bald auf der Mitte der Nektarien ein brauner Punkt, der sich bald über die ganze Sekretionsfläche ausbreitet. Eine Abhängigkeit der Sekretion von der Blütezeit und Fruchtreife ist nur im Zusammenhang mit der Abhängigkeit weiterer Blätterbildung des betreffenden Baumes festzustellen. Es

ist aber auch hier wie bei allen anderen beobachteten Pflanzen eine deutliche Abhängigkeit der Sekretion vom Spitzenwachstum des betreffenden Zweiges bzw. Stengels wahrzunehmen.

Der Insektenbesuch am extrafloralen Nektar von Prunus avium war wohl im Vergleich zu dem aller anderen Pflanzen am stärksten.

Unter den 1091 Tieren, die während 40 Einzelbeobachtungen bzw. Fängen am extrafloralen Nektar saugten, sind als Schädlinge von Prunus avium alle Heteropteren und Homopteren zu nennen. Als Blattfresser kommen von den Coleopteren in Frage: Phyllopertha horticola, Byturus tomentosus, Limonius aeruginosus, Denticollis linearis, Dasytes coeruleus und sämtliche Rüsselkäfer. Dasytes coeruleus lebt außerdem als Larve noch unter der Rinde. Von den Hymenopteren sind als Schädlinge zu bezeichnen: beide Priophorus-Arten, da sie als Larve die Blätter skelettieren; die Emphytus-Arten leben als Larve ebenfalls von den Blättern und verpuppen sich dann in jüngeren Trieben. Von den Dipteren konnte keines als Schädling ermittelt werden, jedoch ist im Süden Deutschlands Rhagolethis cerasi des öfteren am extrafloralen Nektar beobachtet worden, deren Larve als Kirschmade ein häufig in Massen auftretender, arger Schädling ist.

Bei Prunus avium stehen diesen Schädlingen aber doch eine Reihe nützlicher Insekten gegenüber. Von den Coleopteren sind dies vor allem die Blattläuse vertilgenden Cantharis-Arten und Coccinelliden nicht nur als Imago sondern auch als Larven. Die Larven der Syrphiden sind ebenfalls Blattlausvertilger. Außerdem kommen als nützliche Insekten noch die Vespiden in Frage, die Fliegen, Raupen und Blattläuse töten können.

Die Ameisen wurden zum größten Teil an kleineren, noch nicht tragfähigen Bäumchen gefangen. In

ihrer Gesellschaft fanden sich häufiger an einem anderen Nektarium desselben Blattstieles Käfer, vor allem Rüsselkäfer. Dipteren und Hymenopteren wurden bei reichlicherem Ameisenbesuch zwar weniger festgestellt, jedoch waren am Baum immer Blätter zu finden, an denen sich keine Ameisen aufhielten, die dann aber von Dipteren und Hymenopteren aufgesucht waren. So mag es hier vielleicht in diesem Falle zutreffen, daß die Ameisen einen teilweisen Schutz gewähren, jedoch ist, da diese nicht den ganzen Baum derart bevölkern, daß jedes Blatt seine Schutzgarde haben kann, ihr Schutz für die betreffende Pflanze im großen und ganzen bedeutungslos. Vor allem ist hier bei uns ausschlaggebend, daß nur junge Bäumchen von Ameisen zahlreicher besucht werden, an älteren dagegen nur ab und zu eine solche gefangen wurde. Und in dem Maße wie Ameisen an den oberirdischen Teilen einer Pflanze nützlich sein können, sind sie an den Wurzeln gewöhnlich auch schädlich, da sie in denselben häufig ihre Nester anlegen, die Erde lockern, die wiederum austrocknet, so daß dem betreffenden Baume ein direkter Schaden zugefügt werden kann.

Prunus Cerasus L.

Da die anatomischen, morphologischen und sekretorischen Verhältnisse bei Prunus Cerasus mit denen von Prunus avium übereinstimmen, braucht hierauf nicht näher eingegangen zu werden. Über die äußere Form und Farbe der Nektarien ist bereits an vorhergehender Stelle gesprochen worden.

Der Insektenbesuch der extrafloralen Nektarien war hier aber bedeutend geringer als bei Prunus avium, woraus man wohl auf einen geringen Gehalt an Zucker bei Prunus Cerasus schließen kann. Der Blütenbesuch dagegen war genau so stark und lebhaft. Auch sind bei Prunus Cerasus zum Teil ganz andere Arten gefangen worden als bei Prunus avium, obwohl der Biotop in den meisten Fällen der gleiche war. Auffallend ist, daß

hier die blattfressenden Rüsselkäfer fehlen, die in reichlicher Menge am Prunus avium sich vorfanden. Weiterhin scheint sehr bemerkenswert, daß außer den Heteropteren und der Blattwespe Priophorus tener, von der die Larven die Blätter skelettieren, kein anderes schädliches Insekt am Nektar gefangen wurde. Dagegen sind die nützlichen Insekten, z. B. die Grabwespe Psenulus rubicola, die Blattläuse etc. vertilgen, vertreten. Die eine Lasius niger läßt einen Schluß auf Nützlichkeit im Sinne der Ameisenschutztheorie nicht zu, und ich möchte sie als zufällig am Nektar saugend betrachten. Prunus Cerasus zeigt deutlich, daß nicht alle Pflanzen mit extrafloralen Nektarien als myrmecophil zu bezeichnen sind.

Prunus Padus L.

Die morphologischen, anatomischen und sekretorischen Verhältnisse entsprechen ebenfalls denen bei Prunus avium. Die Form der Nektarien dagegen entspricht nicht ganz denen der Süßkirsche. Sie sind wohl paarig am Blattstiel und der Laminabasis angeordnet, jedoch sind sie grün, klein und rundlich. An den jüngsten Blättern lassen sich am Blattrande selten vor der vollkommenen Entfaltung mit unbewehrtem Auge Nektarien erkennen. Die Blattstiele tragen mit sehr geringen Ausnahmen nur ein Paar Nektarien, die fast von der Basis der Lamina verdeckt werden.

Die am extrafloralen Nektar gefangenen Insekten sind zwar prozentual noch weniger als die an Prunus Persica gefangenen und prozentual evtl. der Hälfte der an Prunus avium gefangenen gleichkommend. Auffallend ist jedoch, daß sich die am Prunus Padus gefangenen auch bis auf sehr wenige Ausnahmen am extrafloralen Nektar von Prunus avium vorgefunden haben; vor allem sind das die schädlichen Insekten, die nützlichen dagegen sind hier in wenigen Exemplaren gefangen worden, was sich wohl mit auf das geringere Vorkommen von

Blattläusen, denen diese in der Hauptsache nachstellen, zurückführen läßt. Demnach scheint der Zuckergehalt des extrafloralen Nektars von Prunus Padus mit dem von Prunus avium so gut wie übereinzustimmen oder läßt zumindest eine gleiche prozentuale Zusammensetzung seiner Bildungsstoffe vermuten. Der Zahlenunterschied der gefangenen Insekten läßt sich auf die weniger vorhandenen, versteckter liegenden und unscheinbareren Nektarien zurückführen.

Bezüglich Schädlichkeit bzw. Nützlichkeit der Insekten gilt das schon bei Prunus avium Gesagte.

Prunus Persica Sieb. et Zucc.

Auch bei Prunus Persica herrscht bezüglich Anatomie, Morphologie und Sekretion so gut wie Übereinstimmung mit Prunus avium. Auf die Formverschiedenheiten und Verteilung der Nektarien an der Blattlamina und am Blattstiel ist vorher eingegangen worden.

Die Insektenarten entsprechen im wesentlichen denen von Prunus avium. Besonders bemerkenswert erscheint der auffallend starke Ameisenbesuch, der fast ein Drittel aller Insekten ausmacht. Der Gesamtinsektenbesuch entspricht prozentual ca. drei Vierteln dessen von Prunus avium. Weiterhin fällt auf, daß sich unter den Käfern wenig Rüsselkäfer befinden. Über die Bedeutung der einzelnen Insekten gilt ebenfalls das, was bei Prunus avium bereits erwähnt worden ist.

Prunus spinosa L.

Die Nektarien von Prunus spinosa entsprechen denen der anderen schon angeführten Prunus-Arten. Äußerlich scheinen die Nektarien klein, manchmal schwach rötlich, im allgemeinen aber grün. Sie sind sehr unregelmäßig an den Blättern verteilt. An den Blattstielen habe ich niemals Nektarien gefunden, sondern stets nur am untersten Blattzahnpaar, wo häufig nur an einer Seite eins

ausgebildet war. Des öfteren ließ sich überhaupt kein Nektarium am Blatt finden. Auch ist die Nektariengröße sehr variabel; zum sicheren Erkennen mußte des öfteren die Lupe dienen. Die Unregelmäßigkeiten in Zahl und Größe beziehen sich auf verschiedene Sträucher; an ein und demselben Busch waren die Nektarien der einzelnen Blätter gleichartig. Bei der Schlehe konnte ich die interessante Beobachtung machen, daß die Sträucher, deren Blätter im Frühjahr relativ große Nektarien trugen, im Sommer einen immerhin starken zweiten Trieb entfalteten, dessen Blätter stets je ein Paar stark sezernierender Nektarien trugen. Die Sträucher dagegen, deren Blätter keine oder kaum erkennbare Nektarien trugen, begannen im Sommer nach dem Reifen der Früchte nicht noch einmal zu treiben. Die Standortsbedingungen der letzteren Sträucher waren im Vergleich zu denen der noch einmal treibenden schlecht. Entweder war der Boden stark sandig, oder sie standen an dem Wind stark ausgesetzten Stellen, so daß der Boden stark ausgetrocknet war (Swinskuhlen, Doberaner Straße). Die Sträucher mit Johannistrieb dagegen standen geschützt im Walde oder am Waldrande an windgeschützten Stellen (Fahrenholz, Kösterbeck). Auffallend war, daß die ersten Triebe der Sträucher, die keine oder nur kleine Nektarien an den Blättern hatten, im Vergleich zu den Trieben, deren Blätter größere Nektarien trugen, kleiner und schwächer blieben. Diese Tatsachen dürften wohl die Ansicht bestätigen, die schon vorher für Vicia villosa geäußert ist, daß die Ausbildung der Nektarien bei einer Pflanzenart von den jeweiligen Standortsbedingungen abhängig ist.

Die Sekretion setzt bei Prunus spinosa mit dem Entfalten der Blattspreite ein, erreicht ihren Höhepunkt, wie bei allen Prunus-Arten am 2.—4. Blatt, von der Zweigspitze ausgehend, und hört mit dem 6. Blatt schon auf, oft sogar sind die Nektarien des 6. Blattes schon wieder abgestorben und vertrocknet. Also auch hier findet eine Sekretion nur während der Wachstumszeit des je-

weiligen Blattes statt, was den Zusammenhang der Sekretion mit dem Wachstum beweist.

Der Insektenbesuch am extrafloralen Nektar entsprach etwa an Stärke nur einem Drittel dem von Prunus avium. Die Insektenarten sind jedoch mit ganz geringen, für die Pflanze nebensächlichen Ausnahmen die gleichen, so daß bezüglich der Schädlich- bzw. Nützlichkeit das bei Prunus avium Gesagte hier ebenfalls gilt.

Gerade die Prunus-Arten sind ein Objekt, an dem sich die Stärke des Insektenbesuches vergleichen läßt, da es vielfach möglich war, an allen Prunus-Arten unter gleichen ökologischen Bedingungen zu fangen.

Wird der Insektenbesuch bei Prunus avium gleich 100 gesetzt, so beträgt er für

Prunus	Persica	74
„	Cerasus	51,5
„	Padus	40,7
„	spinosa	33,3.

Interessant wäre nun, die Zuckermenge der einzelnen Nektare, ebenfalls in Prozenten auf Prunus avium bezogen, obigen Prozentzahlen gegenüberzustellen, doch leider liegen diese Untersuchungen noch nicht vor. Wenn die Reihenfolge der Zuckerprozente der einzelnen Nektare dieselbe wäre, könnte man in Zukunft aus der Stärke des Insektenbesuches auf den Zuckergehalt schließen. Allerdings ist für derartige Schlüsse Vorbedingung, daß die Stärke des Insektenbesuches in gleichartigen Biotopen zu vergleichen ist, dann könnte man unter Umständen die Artenzahlen verwenden und müßte versuchen, für die einzelnen Zuckerprozente spezifische Insektenarten zu finden.

Populus nigra L.

Die erste anatomische Bearbeitung der extrafloralen Nektarien der Pappeln verdanken wir Trelease (1881), der auch biologische Beobachtungen an Populus tremula L., gradidenta L. und monilifera Ait.

anstellte und zusammenfassend sagte, daß dieselben von parasitischen und nichtparasitischen Hymenopteren, von Coleopteren und Dipteren besucht werden. Als die häufigsten Besucher hat er parasitische Ichneumoniden und Ameisen festgestellt. Auch Lundstroem (Just's Jahrbücher 1887) hat an Populus tremula L. viele Ameisen gefunden, und nachdem diese durch Bodenkulturmaßnahmen vertrieben worden sind, seien die Blätter der Pappeln arg von anderen Insekten zerfressen worden, was auf einen Ameisenschutz hindeute. In diesem Zusammenhange gibt er auch eine kurze Beschreibung des Baues und der Anordnung der Nektarien an den Blättern. Nach Schimper (1888) tragen bei Populus tremula nur die ersten Frühlingsblätter extraflorale Nektarien.

Über die Anatomie von Populus alba hat Schwendt (1907) gearbeitet. Nach Zimmermann (1932) sind die extrafloralen Nektarien an der Lamina durch Um- bzw. Ausbildung der Blattzähne entstanden. Sie sind demnach den histioiden Hochnektarien zuzurechnen.

Bei Populus nigra sitzen die kleinen, grünen Hochnektarien an der Basis der Blattspreite stets paarig angeordnet. Direkt auf dem Blattstiel ließen sich keine Nektarien feststellen. Eine teils sogar starke Sekretion ließ sich nur an noch im Wachsen begriffenen Blättern feststellen; an älteren wurden die Nektarien schnell bräunlich. Durch die dauernden, sehr oft heftigen, drehenden Bewegungen der Blätter ist es den Insekten nur schwer möglich, den extrafloralen Nektar zu saugen; auch ist dieser in den meisten Fällen nur in geringen Mengen vorhanden, da die Bewegungen der Blätter die Verdunstung des Nektarwassers stark begünstigen. So war es oft der Fall, daß ich gar keine Insekten, auch keine Ameisen, an den Nektarien noch an den Blättern angetroffen habe, obwohl am Stamme der Pappeln teils sogar ein reger Ameisenverkehr herrschte. Die gebotene Nektarmenge schien den Ameisen wohl auch zu gering zu sein.

Eigentümlicherweise steht keines der am extrafloralen Nektar der Pappel gefangenen Insekten mit dieser in einem biologischen Zusammenhang. Keines der vielen auf der Pappel parasitierenden Insekten, die beispielsweise Kaltenbach (1874) angegeben hat, konnte ich am extrafloralen Nektar fangen; vor allen Dingen fehlen hier die Coleopteren.

Salix alba L.

Die extrafloralen Nektarien der Weiden sind ebenfalls histioide Hochnektarien. Sie sitzen paarig angeordnet an der Basis der Lamina und können einen kürzeren Stiel haben.

Bei Salix alba habe ich die extrafloralen Nektarien am ersten Blattzahnpaar an der Laminabasis als kleine, örtlich grüne Drüsen festgestellt; sie sind aber nur an jungen noch wachsenden Blättern vorhanden; an älteren sind sie vertrocknet und nur mit der Lupe in Form kleiner, schwarzbrauner Pünktchen als ehemalige Nektarien anzusprechen. Der Nektar war oft an kräftigen, jungen Trieben an der bezeichneten Blattstelle als winziges Tröpfchen zu erkennen. Im Vergleich zur Pappel sondern die Weiden mehr Nektar ab. So ist es auch erklärlich, daß hier eine größere Zahl von Insekten den Nektar aufsucht als bei ersterer.

Von diesen Insekten sind eine ganze Reihe direkte Schädlinge der Weide wie von den Coleopteren Phyllopertha horticola, Chalcoides aurata, beide Balanobius-Arten, Plagiodera versicolor und Rhampus pulicarius, dessen Larven in Weidenblättern minieren. Da die Raupen der beiden Microlepidopteren polyphag leben, sind dieselben den Weidenschädlingen ebenfalls zuzuzählen. Ameisen konnten wohl in unmittelbarer Nähe der Weiden beobachtet werden, jedoch niemals am extrafloralen Nektar derselben. Somit kann auch hier die Ameisenschutztheorie nicht aufrecht erhalten werden.

Impatiens Balsamina L.

Die extrafloralen Nektarien von Impatiens-Arten sind seit Caspary (1848) bekannt. Reinke (1876) gibt eine Beschreibung der zu Nektarien umgewandelten Blattzähne mit genauen Mitteilungen über Morphologie und Zytologie. Nach Schimper (1888) haben die Nektarien von Impatiens Balsamina eine orangegelbe Farbe. Kerner (1876) und Wettstein (1888) haben sich über die Bedeutung dieser Nektarien in der Hinsicht ausgesprochen, daß sie die zur Befruchtung unberufenen Gäste (Ameisen) vom Blütenbesuch ablenken sollen. Nach Ludwig (1889) wird diesen Insekten der Weg zu den Nektarien durch die roten, durch Trichome gebildeten Saftmale gezeigt. Mitteilungen über Sekretion der Impatiens glandulifera macht Aufrecht (1891). In Anlehnung an I. G. Zimmermann 1932 und nach unserer Einteilung bezeichnen wir die Nektarien der Impatiens Balsamina als histioide Hochnektarien.

Die sich am Blattstiel und den Blattzähnen der Blattbasis befindenden Nektarien sind leicht nach unten gerichtet. Die Blattstielnektarien sind teils kurz, teils langgestielt und können grüne, orange bis rote Farbe haben. Die Sekretion findet schon während des Wachstums des betreffenden Blattes statt und hört mit dem Verblühen der in gleicher Höhe befindlichen Blüten auf, was wiederum auf eine Abhängigkeit der Sekretion vom Wachstum hindeutet.

Von den an Impatiens Balsamina gefangenen Insekten fügen der Pflanze durch ihre saftsaugende Tätigkeit alle Heteropteren direkten Schaden zu. Von den Coleopteren käme höchstens Cassida nebulosa als Blattfresser in Frage, jedoch habe ich diesen Käfer nicht fressend am Blatt beobachten können, sondern nur auf dem Nektarium, welches, nachdem ich ihn entfernt hatte, angefressen war.

Impatiens Noli-tangere L.

Bezüglich Bau, Anordnung und Form der Nektarien gilt für Impatiens Noli-tangere dasselbe wie für Impatiens Balsamina. Jedoch sind hier die Nektarien immer grün. Auch das über die Sekretion der vorigen Art Gesagte trifft für Impatiens Noli-tangere zu.

Der Insektenbesuch war hier reichlich an den Nektarien. Als spezifische Schädlinge kommen in Betracht: Die Blattwanze Psallus und alle Coleopteren außer Meligethes; weiter kommen die Larven der Microlepidopteren in Betracht, die in ihrer Jugend in den Blättern minieren. Daß sich Lasius niger durch den extrafloralen Nektar nicht vom Blütenbesuch abhalten läßt, hatte ich Gelegenheit zu beobachten.

Somit trifft auch für Impatiens zu, daß durch die extrafloralen Nektarien den Imagines, deren Larven auf der Pflanze leben, Nahrung geboten wird, was wiederum als Beweis gegen eine Nützlichkeit der extrafloralen Nektarien spricht.

Ricinus communis L.

Über die Morphologie der am Blattstiel von Ricinus sitzenden Nektarien macht Reinke (1876) genauere Angaben, wobei er auch festgestellt hat, daß bei beginnender Sekretion die über dem Nektargewebe sich befindende Cuticula reißt. Weitere Angaben über Entwicklungsgeschichte, Morphologie und Anatomie sowie Messungen über Größenverhältnisse finden sich bei Aufrecht (1891). Weiter gibt Haupt (1902) unter anderem eine genaue anatomische Beschreibung. Nach der topographischen Aufstellung Zimmermanns (1932) und unserer Einteilung sind die extrafloralen Nektarien von Ricinus communis zu den histioiden Nektarien zu rechnen, und zwar sind die extrafloralen Nektarien an der Laminabasis unpaare, rundliche, mehr oder weniger erhabene Hochnektarien. Kleinere, mehr apothecienartige Hochnektarien

finden sich einzeln auf den Blattstielen zerstreut und an der Blattstielbasis. Bei letzteren besteht noch keine Klarheit darüber, ob es sich um umgewandelte Nebenblätter handelt, weswegen sie hier nicht zu den organoiden Nektarien gerechnet werden. Weiter finden sich ähnliche Hochnektarien noch an der Sproßachse im Blütenstand. Die extrafloralen Nektarien, die Ricinus an den Kotyledonen trägt, wurden nicht mit in den Kreis der Beobachtungen einbezogen.

Obwohl junge kräftige Pflänzchen im Mai an den Beobachtungsplätzen angepflanzt worden waren und hier zum Teil zu kräftigen Pflanzen heranwuchsen, setzte die Sekretion der extrafloralen Nektarien nur an den zuletzt entfalteten Blättern Ende Juli ein und hielt dann bei den jüngeren Stadien bis fast Mitte September an. Vor dieser Zeit waren die Nektarien wohl gut entwickelt, aber niemals war eine Sekretion wahrzunehmen. Auch während der Sekretionsmonate war die abgeschiedene Nektarmenge im Verhältnis zur Größe der Nektarien sehr gering und nur bei hoher Luftfeuchtigkeit (90—100 %), Windstärke 0—1 und einer Temperatur von ca. 18 ° an aufwärts wahrzunehmen. Die Verdunstung aus der Petrischale betrug höchstens 1 cm^3 in einer halben Stunde, meist noch weniger. Und zwar handelt es sich hier stets um Nektarien an Blättern, die sich gerade entfaltet hatten und im stärksten Wachstum waren. An etwas älteren war die Sekretion schon wieder beendet. Sobald auch Früchte angesetzt werden, d. h. mit dem Verblühen, versiegen die Nektarien der Sproßachsen. Ähnliche Beobachtungen über die Sekretion hat Haupt (1902) gemacht. Zwar sagt er, daß für die Sekretion Besonnung erforderlich sei; er stützt sich hierbei auf eine persönliche Mitteilung Pfeffers, der nur an schönen Septembertagen eine Sekretion beobachtet hat. Nach meinen Beobachtungen ist eine direkte Besonnung der Nektarien nicht für die Sekretion erforderlich; denn die von der Blattspreite stets überdeckten Nektarien an der Basis der Lamina habe ich häufig, wenn

meist auch schwach sezernierend angetroffen. Auch sezernierten die Nektarien bei leicht bewölktem Himmel. Aber sicher ist, daß eine Sekretion nur dann wahrnehmbar ist, wenn die physiologischen und ökologischen Bedingungen dafür sehr günstig erscheinen.

Von den am extrafloralen Nektar gefangenen Insekten hat keines für Ricinus ökologische Bedeutung. Bemerkenswert ist, daß keine Ameisen an Ricinus gefangen noch gesehen wurden, obwohl dieselben an benachbarten Pflanzen häufig zu treffen waren. Wahrscheinlich ist es diesen unmöglich, die Stengel hinaufzuklettern, da sie sich, wie Schimper (1888) schon beobachtet hat, an dem Wachsüberzug nicht halten können. Ricinus ist überhaupt ein gutes Beispiel dafür, daß die Insekten, die den extrafloralen Nektar aufsuchen, in keiner Weise eine Bedeutung für die Pflanze haben. Da Ricinus zu den Windbestäubern gehört, ist eine Anlockung zum Blütenbesuch nicht erforderlich.

Sambucus nigra L.

Die nach unserer Einteilung organoiden Nektarien vom Hollunder sind von Reinke (1876) als kolbenförmige, Nektar absondernde Organe beschrieben worden, die in ihrer Struktur mit denen von Impatiens übereinstimmen. Auch Bonnier (1879) hat über die Anatomie dieser Nektarien gearbeitet. Ludwig (1889) hat die am Grunde der Seitenfiederchen sich findenden Trichome als extranuptiale Saftmale beschrieben. Ewert (1932) gibt eine Darstellung der Umbildung der Nebenblätter in extraflorale Nektarien. In der topographischen Aufstellung von Zimmermann (1932) sind nähere Angaben über Morphologie und Anatomie dieser Hochnektarien zu finden.

Nach meinen Beobachtungen entwickeln sich die Nektarien erst vollkommen am Blattgrunde des zweiten und dritten Blattpaares von der Sproßspitze aus gerechnet. Die Nektarköpfchen haben eine kleine Sekretionsgrube, das

Stielchen kann mehr oder weniger lang sein. Während des Wachstums der Nektarienstielchen sind die Köpfchen abwärts gebogen und strecken sich erst beim Beginn der Sekretion, mit der hier wiederum die stärkste Wachstumsperiode des dazu gehörigen Blattes zusammenfällt, wie auch Haupt (1902) schon festgestellt hat. Sobald der Busch einen stärkeren Trieb hat, entwickeln sich auch die Nektarien schneller, so daß man sie zuweilen auch am ersten Blattpaar schon in ziemlicher Größe finden kann. Vom vierten Blattpaare ab läßt die Sekretion schon wieder nach, und ein Schrumpfen der Nektarienstielchen findet schon häufig beim fünften Blattpaare statt. Weiter konnte ich noch feststellen, daß an Zweigen, die entweder durch andere Bäume oder eine Hauswand sich im Dauerschatten befanden, gar keine Nektarien ausgebildet wurden. Am selben Busch waren an sonnigen Ästen Nektarien normal ausgebildet, wobei selbstverständlich alle Zwischenstufen vorkamen. Nach der Blütezeit, nach der die Triebkraft merklich nachläßt, werden zumeist kleinere oder auch gar keine Nektarien mehr ausgebildet, und die vorhandenen sterben schneller ab, so daß man nicht selten an dem ersten Blattpaare geschrumpfte und trockene Nektarien vorfindet, die niemals sezerniert haben.

Die am extrafloralen Nektar gefangenen Insekten haben für Sambucus weniger Bedeutung. Die Hemipteren sind wohl auch hier als Schädiger anzusehen; ob die Larve von dem Käfer Dasytes coeruleus im Sambucus-Holz lebt, konnte ich leider nicht feststellen. Die Rüsselkäfer Sitona lineata und Orchestes fagi traf ich dabei an, wie sie das Nektarium verzehrten. Als Schädling ist die Blattwespe Macrophya ribis zu nennen, deren Larve von Sambucus-Blättern lebt. Als nützliche Insekten sind wiederum die Cantharis anzusehen. Die Grabwespe Trypoxylon clavicerum ist nicht als nützliches Insekt anzusehen, da sie als Larvennahrung mit Vorliebe Spinnen und keine Blattläuse einträgt. Die eine Lasius niger ist als Zufallsbesucher

anzusehen, da ich mehrere Ameisen beobachten konnte, wie sie an sezernierenden Nektarien achtlos vorbei liefen, woraus ich schließe, daß dieser Nektar auf Ameisen sehr wenig Anziehungskraft ausübt.

Viburnum Opulus L.

Die extrafloralen Nektarien von Viburnum Opulus sind schon sehr häufig Gegenstand der Erörterung gewesen. Die ersten anatomischen Verhältnisse hat Unger (1844) untersucht, die von Reinke (1876) vervollständigt und mit den extrafloralen Nektarien von Prunus verglichen worden sind, da eine morphologische Ähnlichkeit besteht. Weitere Mitteilungen über Morphologie und Größenverhältnisse gibt Aufrecht (1891). Auch Schwendt (1907) hat die extrafloralen Nektarien des Schneeballs in den Kreis seiner Untersuchungen einbezogen, auf Grund derer er die Vermutung ausspricht, daß die extrafloralen Nektarien in Rückbildung begriffen seien. Nach Zimmermanns (1932) topographischer Aufstellung bestehen die Nektarien aus einem einfachen Nektargewebe, an dessen Aufbau hypo- und epidermale Schichten beteiligt sind. Eine Abgrenzung vom Grundgewebe ist nicht vorhanden. Nach unserer Einteilung gehören die Nektarien also zu den histioiden.

Nach meinen Beobachtungen sind die extrafloralen Nektarien beim Schneeball an sich gerade entfaltenden Blättern im Gegensatz zu Prunus ziemlich groß und nehmen während des Blattwachstums nur noch wenig an Größe zu. Sie sitzen von der Blattspreitenbasis bis zur Blattstielbasis, teils paarig, teils unpaar, also willkürlich auf der Oberseite des Blattstieles verteilt und haben ausschließlich grüne Farbe. Da Schimper (1888), Ludwig (1889) und Aufrecht (1891) rote Sprenkelung als extranuptiale Saftmale an den Kanten der Blattstiele festgestellt haben, richtete ich ein besonderes Augenmerk darauf, zumal Ludwig selbst Blattstiele ohne diese Saftmale gefunden hat. Solange nach meinen Beobachtungen

die Nektarien sezernierten, konnte ich diese Saftmale bei keinem Viburnum-Busch finden. Nur nach Aufhören der Sekretion zeigten einige Blattstiele, deren Nektarien zum großen Teil schon braun waren, schwache rote Zeichnungen an ihren Kanten. Das Auftreten dieser Saftmale ist für Viburnum also nicht charakteristisch, weswegen es gewagt erscheinen mag, dieselben als Wegweiser für Ameisen auszulegen; denn hätten sie diesen Zweck im Sinne Schimpers, Ludwigs und Aufrechts zu erfüllen, so müßten sie vor allem an Blattstielen mit noch sezernierenden Nektarien auftreten.

Die Sekretion der Nektarien ist am stärksten während des Wachstums des betreffenden Blattes, und sobald dieses beendet ist, hört die Sekretion auf und die Nektarien sterben bald ab. Auch hier wie bei allen anderen Pflanzen ist ein Zusammenhang der Sekretion mit dem Wachstum zu erkennen. Weiterhin ist noch bemerkenswert, daß die Sekretion an noch nicht blühfähigen Büschen stärker ist als die an blühfähigen. Auch tragen die Blattstiele der jungen Triebe mehr Nektarien als die Blattstiele der Blätter an altem Holz. Ähnliche Beobachtungen hat auch Rathay (1883) gemacht; ich möchte indes noch hinzufügen, daß die Lohden des zweiten Triebes besonders stark sezernierende Nektarien an ihren Blattstielen tragen. Außerdem konnte ich feststellen, daß die Nektarien die Sekretion einstellten, sobald die dazu gehörige Blattspreite durch Insekten (Galerucella viburni) stark abgefressen war.

Der Insektenbesuch war teilweise, vor allem während des zweiten Triebes, sehr stark. Die blattfressenden Rüsselkäfer treten hier als Schädlinge in den Hintergrund, ebenso die Hemipteren, da alle Viburnum-Sträucher zum Teil so stark von dem Blattkäfer Galerucella viburni heimgesucht wurden, daß von den Blättern kaum noch die Hauptnerven übrig blieben. Die Ameisen, von denen sich unter 154 Insekten 16 Stück befanden, haben hier keine Bedeutung als Schutzgarde. Einmal

konnte ich beobachten, wie sich eine Lasius niger ganz friedlich neben einer Galerucella viburni, an zwei benachbarten Nektarien sitzend, und die Ameise am Nektar, der Käfer am Nektarium für ihr leibliches Wohl sorgten. Auch konnte ich feststellen, daß Ameisen, die in größerer Zahl am Boden unter dem Busch umherliefen, nicht nach dem extrafloralen Nektar gingen, vielleicht weil zu wenig Nektar sezerniert wurde. Überhaupt widersprechen sich die Ansichten über den Ameisenschutz gerade bei Viburnum. Rathay (1883), Schimper (1888) und Ludwig (1889) sind auch hier Verfechter des Ameisenschutzes, dagegen bemerkt Aufrecht (1891) ausdrücklich, daß er trotz der roten Saftmale keine Ameisen an Viburnum beobachtet hat.

Als nützliche Insekten können dagegen angesehen werden: Die Wanze Troilus luridus F., die sich häufig von Galerucella-Larven ernährt, die Cantharis als Blattlausvertilger, dazu die Grabwespen und Syrphiden.

Vicia.

Zu Untersuchungen, die an extrafloralen Nektarien angestellt worden sind, sind die Vicia-Arten immer eines der beliebtesten Objekte gewesen. Vor allem fanden dazu Verwendung: Vicia Faba, Vicia sativa und Vicia sepium. Aus diesem Grunde und um einen Vergleich der Nektarbesucher ziehen zu können, bezog ich mehrere Vicia-Arten in den Kreis meiner Beobachtungen ein.

Vicia Faba L.

Eine morphologische sowie anatomische Beschreibung der extrafloralen Nektarien von Vicia Faba gibt Reinke (1876). Er bemerkt, daß die Nektarien, die an der Unterseite der jüngeren Stipulae sitzen, grün, die an den älteren dunkelviolett gefärbt sind. Auch Bonnier (1879) gibt eine genaue Beschreibung des Gewebes. Außer-

dem zählt er einige von ihm am extrafloralen Nektar beobachtete Hymenopteren auf, worunter sich aber keine Ameisen-Art befindet. Wilson (1881—1885) und Schimper (1888) haben Vicia Faba zu Sekretionsversuchen verwandt. Haberlandt (1895) äußert auf Grund seiner Untersuchungen, daß es kaum zu bezweifeln sei, daß die extrafloralen Nektarien phylogenetisch von den Hydathoden der Fiederblättchen abzuleiten sind. Weiter benutzte Haupt (1902) Vicia Faba häufig zu seinen umfangreichen Versuchen und stellte fest, daß bei blühenden Pflanzen nur die beiden obersten Stipularblätter sezernierten, dagegen alle unterhalb sitzenden Stipeln vertrocknete Nektarien hatten. Die intakten Nektarien sondern nach Haupt nur an der Sonne Nektar ab. Den Insektenbesuch am extrafloralen Nektar hat Hetschko (1907, 1908) beobachtet und die gefangenen Besucher in einer Übersicht zusammengestellt. In Anlehnung an Zimmermann (1932) und nach unserer Einteilung sind die extrafloralen Nektarien von Vicia Faba und den anderen hier behandelten Vicia-Arten als epidermale Grubennektarien zu bezeichnen.

Nach meinen Beobachtungen sind die extrafloralen Nektarien an der Unterseite der Nebenblätter nur als ganz junge Stadien grün, die bald rotbraun und als älteres Stadium dunkelviolett wurden. Es sind runde, flache Gruben, etwa vom Durchmesser eines mittleren Präpariernadelkopfes. Die Hauptsekretionszeit setzt erst mit der Entfaltung der Blüten ein. Und zwar sezernieren nur die sich in der Blütenregion befindlichen Nektarien. Im Gegensatz zu Haupt muß ich feststellen, daß die Nektarien der jüngsten Stipeln weniger stark sezernierten als die nächsten zwei oder drei darunter befindlichen. Die Sekretion findet nicht nur bei Sonnenschein statt, sondern auch teilweise sogar stark bei bedecktem Himmel, hoher Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Die Sekretion ging also den ganzen Tag über vor sich. Dieselbe Feststellung hat auch Hetschko (1916) allerdings für Vicia sativa gemacht.

Sobald die Samen bzw. Hülsen sich zu bilden beginnen, läßt die Sekretion nach, und bald sind die Nektarien vollkommen vertrocknet; sie sind dann als abgestorbene braune Flecke zu erkennen.

Unter den am extrafloralen Nektar gefangenen Insekten befinden sich verhältnismäßig wenige schädliche Arten, und zwar sind es alle Heteropteren sowie der Rüsselkäfer Sitona lineata. Letzterer allerdings in erheblicher Anzahl im Vergleich zu den anderen Arten. Als nützliche Insekten sind hier die Blattläuse vertilgenden Cantharis und die Schwebefliege Sphaerophoria scripta anzusehen, deren Larve ebenfalls bei Blattläusen lebt. Von den Hymenopteren, die Bonnier beobachtet hat, konnte ich keines an den Nektarien fangen. Verwunderlich ist, daß Bonnier keine Ameise festgestellt hat, die ich in 20 Exemplaren gefangen habe. Auch habe ich keine bei Hetschko (1908) angegebenen Dipteren gefangen, die dieser zum Teil als sehr häufige Nektarienbesucher bezeichnet. Weiterhin kann ich den Besuch von Apis mellifica, die von ihm früher sehr häufig, 1916 dagegen nicht mehr beobachtet wurde, nicht bestätigen. Ebenfalls besteht eine ziemliche Abweichung von den angegebenen Coleopteren. Eine Bestätigung dagegen erfährt das Vorkommen der Wiesenwanze Lygus pratensis am extrafloralen Nektar. Während Hetschko im ganzen nur 14 verschiedene Arten feststellen konnte, gelang es mir, 107 Insekten, die sich auf 46 Arten verteilen, zu fangen.

Vicia sativa L.

Für Vicia sativa trifft bezüglich der anatomischen sowie der sekretorischen Verhältnisse das bei Vicia Faba Gesagte zu. Weiterhin sind die Nektarien von Vicia sativa ebenfalls runde, flache Grübchen von rötlich brauner Farbe, die teilweise einen schmalen, violetten Kranz zeigen. Auch hier stehen die von Ch. Darwin (1824), F. Darwin (1877) und Haupt (1902)

gemachten Beobachtungen, daß nur bei direkter Sonnenbestrahlung sezerniert wird, im Gegensatz zu den Beobachtungen Hetschkos (1916) und den meinen.

Von den gefangenen Insekten sind ebenfalls nur die Heteropteren und die in größerer Zahl gefangene Sitona lineata als schädlich anzusehen. Zu den nützlichen Insekten ist außer den Cantharis noch die Coccinelliden-Larve zu zählen. Bezüglich der gefangenen Arten besteht von Vicia Faba eine größere Abweichung, die jedoch mehr oder weniger nebensächlicher Natur ist. Auch für die Vicia sativa kann ich den von den anderen Forschern beobachteten Besuch der Honigbiene nicht bestätigen. Dasselbe gilt für die Insekten, die Rathay (1883) festgestellt hat. Von den bei Hetschko (1908) angegebenen 57 Insektenarten habe ich nur Cantharis rufa und Lasius niger auch hier gefunden, obgleich ich 37 Arten auf dieser Pflanze feststellte.

Vicia sepium L.

Die anatomischen und sekretorischen Verhältnisse bei Vicia sepium stimmen ebenfalls mit den bei Vicia Faba gemachten Angaben überein. Auch ist Vicia sepium von Schimper (1888) und Haberlandt (1895) zu Versuchen und Beobachtungen herangezogen worden. Mitteilungen über Insektenbesuche an dem extrafloralen Nektar finden sich häufiger, so z. B. bei Bonnier (1829), der einige Hymenopteren aufzählt, aber sonderbarerweise keine Ameisen nennt. Dagegen zählt Rathay (1883) eine Reihe von Ameisen-Arten auf, gibt aber keine anderen Insekten, wie für die anderen Vicia-Arten an. Auch Buesgen (1891) spricht nur von einem Ameisenbesuch. Dagegen hat Hetschko (1907) einen regen Insektenbesuch, vor allem den der Honigbiene beobachtet, den er aber im Gegensatz zu anderen Vicia-Arten im Jahre 1908 nicht bestätigt fand, sondern nur Ameisen als Besucher des extrafloralen Nektars vorfand.

Unter den von mir an Vicia sepium gefangenen Insekten befinden sich wiederum eine Reihe zum Teil sehr schädlicher Arten. Außer der Zikade Thamnotettix subfuscullus sind das vor allem die Rüsselkäfer Phyllobius viridicollis, Sitona lineata und die beiden Apion-Arten. Der Weichkäfer Rhagonycha lignosa hat als Blattlausvertilger Bedeutung als nützliches Insekt. Leider zählt Hetschko (1907) die vielen von ihm beobachteten Insekten nicht auf, so daß ein Vergleich derselben mit den meinen nicht möglich ist. Als auffallend stark muß ich für diese Wickenart den Besuch von Lasius niger bezeichnen, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß sich sehr viel Ameisen dieser Art in der näheren und weiteren Umgebung des einen Fangplatzes aufhielten.

Vicia hirsuta L., V. Cracca L. und V. villosa Roth.

Diese drei Vicia-Arten, deren Nektarien teilweise, wie schon früher erwähnt wurde, sehr unscheinbar sein können, wiederum aber z. B. bei Vicia Cracca eine ähnliche auffällige Farbe wie bei Vicia Faba haben können, stimmen in morphologischer und anatomischer Hinsicht mit denen der anderen Wicken überein. Auch für die Sekretion trifft das bei den vorherigen Vicia-Arten Gesagte zu.

Obwohl die einzelnen an den extrafloralen Nektarien gefangenen Insektenarten zum Teil ganz andere sind, so finden sich stets die Schädlinge in jeder Liste bis auf wenige Ausnahmen wieder. Ebenso sind die durch ihre Lebensweise nützlichen Insekten im großen und ganzen dieselben. Die Verschiedenheit der Arten ist in der Hauptsache auf die mehr oder weniger bedeutungslosen, mehr zufälligen Besucher beschränkt.

Obwohl sich an allen beobachteten Wicken bis auf eine Ausnahme Ameisen als Nektarbesucher feststellen ließen, teilweise sogar in erheblicher Anzahl, wage ich nicht zu behaupten, daß für die Pflanze ein besonderer

Schutz vorliegt. Denn gerade die schädlichen Insekten, vor allem die Rüsselkäfer, haben sich nicht vom Nektarbesuch abhalten lassen.

Sphacelia von Claviceps purpurea Tul.

Da in der Literatur Beobachtungen am Mutterkorn über den Insektenbesuch im Vergleich zu dem am extrafloralen Nektar (Rathay 1883 und 1889) vorliegen, erschien es wünschenswert, das Gleiche auch im vorliegenden Falle zu wiederholen.

Auf Zucker- (Mycose-) gehalt und Zusammensetzung des Sekretes und die Biologie von Claviceps purpurea erübrigt sich einzugehen, da hierüber genügend Mitteilungen von Sachse (1877), Frank (1879), Ritschinger (1891), Staeger (1903) und anderen Forschern vorliegen.

Die Absonderung des Sekretes erfolgt während und nach der Roggenblüte den ganzen Tag über. Am flüssigsten ist es der geringen Verdunstung wegen am frühen Morgen, wo es auch häufig durch Tautröpfchen noch verdünnt ist. Bei stärkerer Sonnenbestrahlung wird es im Laufe des Tages bald zähflüssig und bildet gegen Abend nur noch klebrige, fadenziehende Stellen an den Ähren, an denen fast regelmäßig Coccinelliden oder Dipteren anzutreffen sind. Nach Rathay (1883 und 1889) hat das bräunliche Sekret einen unangenehmen, stinkenden Geruch; zutreffender ist Barths (1930) Angabe. Hiernach und nach meinen Beobachtungen hat das Sekret einen Geruch, der dem von weniger guten Honig eigen ist, schmeckt wohl süß, hat aber einen unangenehmen, scharfen Beigeschmack.

Der Insektenbesuch ist im allgemeinen sehr stark. Als die häufigsten Besucher fand ich im Gegensatz zu Rathay (1883) die Coccinelliden und nicht die Cantharis, Rathays Feststellung, daß Bienen das Sphacelia-Sekret meiden, kann ich nicht bestätigen, ich fand solche zweimal darauf; dasselbe geht auch aus den Angaben

Staegers (1903) hervor. Den von letzterem festgestellten Ameisenbesuch konnte ich wiederum nicht feststellen.

Vergleicht man nun die Besucher des Sphacelia-Sekretes mit denen des extrafloralen Nektars, so läßt sich wohl sagen, daß die Arten am Sphacelia-Sekret wohl alle auch am Nektar zu finden sind; das Umgekehrte ist nicht der Fall, was in der Hauptsache für die Hymenopteren gelten mag.

Daß die Insekten als Verbreiter des Mutterkornes neben Wind, Wasser und Tau anzusehen sind, ist von den schon angeführten Autoren bereits bestätigt worden, weshalb deshalb hier nicht näher darauf eingegangen zu werden braucht.

Besucher des Blattlaushonigs.

Da vergleichende Mitteilungen über Insektenbesuch am Blattlaushonig und extrafloralen Nektar, wie es schon im vorigen Abschnitt für das Sphacelia-Sekret der Fall war, gemacht worden sind (Rathay 1883 u. a.), habe ich ebenfalls ähnliche Beobachtungen angestellt. In diesem Abschnitt handelt es sich im Gegensatz zum folgenden Abschnitt um Fänge an Blattlauskolonien und den in der nächsten Umgebung sich befindenden Exkrementen.

Daß letztere zuckerhaltig sind, ist schon seit langem bekannt, jedoch setzen erst genauere biologische und chemische Untersuchungen darüber mit Unger (1844), Belt (1874) und Delpino (1873—1888) ein. Umfangreichere Literaturangaben finden sich bei Buesgen (1891). Leider standen mir nur wenige Blattlauskolonien zur Verfügung, die bald durch klimatische Einflüsse und Bekämpfungsmaßnahmen beseitigt wurden, so daß nur ein kleiner Teil der am Blattlaushonig vorkommenden Insekten erfaßt werden, damit aber immerhin einiges zu dieser Frage beigetragen werden kann.

Von den von Rathay (1883) angegebenen Insekten am Blattlaushonig befindet sich unter den von mir gefangenen nur die Fliege Chortophila aestiva.

Auch sind die Ameisenarten nicht dieselben, wohl aber die Gattungen.

Weiter ergibt sich aus meinen Beobachtungen, daß nicht alle Insekten, die am Blattlaushonig sich einfinden, auch den extrafloralen Nektar aufsuchen. Es sind dies die Wanzen Pycnopterna striata, der Käfer Cyphon Paykullia alpinus, die Fliegen Zelima (Xylota) segnis, Azelia triquestra, Oscinella frontella und Scatopsa spec. Wenn diese Arten auch extrafloralen Nektar annehmen sollten, hätten sie sich mit Sicherheit auch auf den in unmittelbarer Nähe befindlichen extrafloralen Nektarien von Prunus, Vicia und anderen Pflanzen bei der großen Zahl der durchgeführten Fänge finden müssen. Verwunderlich ist, daß es zum Teil Arten sind, die in ihrer Lebensweise in keinem weiteren Zusammenhange mit Blattläusen stehen. Dagegen sind gerade, abgesehen von Pycnoterna striata die blattlausfeindlichen Arten, wie z. B. die Käfer Coccinella septenpunctata, Rhagonycha fulva und die Hautflügler Angitia, Bracon, Dineurus lethifer, Diplazon, Passaloecus und Trypoxylon figulus häufige Besucher der extrafloralen Nektarien. Weiterhin ist bemerkenswert, daß die räuberisch lebenden Wanzen wie Psallus alnicola und variabilis, vor allem aber Anthocoris nemorum und Triphleps minuta am extrafloralen Nektar und nicht auf Blattlauskolonien gefunden wurden, was ein Zeichen dafür ist, daß diese Arten nicht nur zoophag sind.

Auch muß noch erwähnt werden, daß sich auf den Blattlauskolonien verhältnismäßig wenige Ameisen vorfanden.

Direkte Beziehungen der Blattlaushonig besuchenden Insekten zur Wirtspflanze lassen sich in keinem der beobachteten Fälle feststellen, wohl aber ist eine Nützlichkeit der Blattläuse vertilgenden Insekten nicht von der Hand zu weisen. Die von Lundstroem (1887) geäußerte Ansicht, die auch Rathay (1889) für möglich hält, wo-

nach, von der Richtigkeit der Ameisenschutztheorie ausgehend, die Blattläuse die Rolle der extranuptialen Nektarien übernehmen und Ameisen zum Schutze der Blüten und Blätter gegen feindliche Insekten anlocken sollen, trifft nach meinen Beobachtungen in keinem Falle zu. Der teilweise außerordentliche Schaden, den Blattläuse an ihrer Wirtspflanze verursachen, steht in gar keinem Verhältnis zu dem von Rathay und Lundstroem erwähnten Schutze, weswegen die von ihnen aufgestellte Hypothese kaum einer Diskussion wert erscheint.

Honigtaubesucher.

Unter Honigtaubesuchern seien hier die Insekten verstanden, die jenen in der Literatur häufig als Honigtau bezeichneten, klebrigen, lackartigen Überzug an Blättern von Syringa vulgaris und anderen Pflanzen aufsuchten, dessen Ursprung sich nicht mit Sicherheit ermitteln ließ. Leider habe ich diese Erscheinungen nur einmal wenige Tage beobachten können, so daß ich über die Herkunft nichts aussagen kann und mich mit einem Hinweis auf die Arbeit Buesgens (1891) begnügen möchte, in der dieser Gegenstand sehr ausführlich behandelt ist. Über prozentuale Zusammensetzung von Honigtau und Zuckergehalt gibt I. Großfeld (1932) nähere Angaben. Bemerken möchte ich noch zu dem hier angeführten Fall, daß der Fliederbusch zur Hälfte unter einer Fichte steht, die einen weniger gesunden Eindruck machte. Aphididen oder Chermesiden konnte ich an ihr nicht feststellen, auch war der Fliederbusch frei von Blattläusen. Die an dem Honigtau gefangenen Insekten sind bis auf die Coleopteren, die Hymenopteren Orthostigma spec. und Crabro podagricus und außer dem Dipter Noeza spec. Besucher der extrafloralen Nektarien; ob die hier gefangene Phoride und Lycoriide (Dipteren) in der Art mit den am Blattlaushonig gefangenen übereinstimmten, ließ sich nicht ermitteln.

III. Die ökologische Bedeutung der extrafloralen Nektarien.

Daß der extraflorale Nektar in Anwesenheit von Ameisen noch von anderen Insekten aufgesucht wird, geht aus den von mir im speziellen Teil gemachten Angaben hervor. Häufig konnte ich wahrnehmen, z. B. bei Prunus avium und Pteris aquilina, wie an einem Nektarium eine Ameise Nektar aufnahm und am Nachbarnektarium ein Hymenopter oder Dipter, noch häufiger Coleopteren, z. B. Elateriden und Coccinelliden saßen. Niemals konnte ich bemerken, daß eine Ameise eines dieser Insekten von der Futterquelle vertrieb, sondern die Ameise lief achtlos daran vorüber und blieb dann häufig an einem noch nicht besetzten Nektarium sitzen. Auf Grund meiner Beobachtungen kann als Tatsache angesehen werden, daß die Nektarienbesucher friedlich nebeneinander, ohne sich gegenseitig zu belästigen, den dargebotenen Zuckersaft verzehrten. Allerdings ist das Verhalten der einzelnen Insekten dabei ganz verschieden. Käfer und Ameisen laufen auf dem kürzesten Wege an das Nektarium heran und halten sich im allgemeinen länger daran auf. Bienen und Wespen, die wie alle Hymenopteren und Dipteren das Blatt gewissermaßen als Anflugbrett benutzen, begeben sich ebenfalls sofort zum Nektarium, halten sich dort nur kurze Zeit auf und suchen, nachdem sie den größten Teil des Nektars aufgenommen haben, andere Nektarien auf. Dipteren, z. B. Bibioniden, und von den Hymenopteren z. B. Ichneumoniden und Braconiden liefen erst am Blatt und Blattstiel suchend umher, um dann schließlich ebenfalls nur für kurze Zeit auf dem Nektarium sitzen zu bleiben. Oft sieht es dann so aus, daß von solchen Insekten beim Herannahen einer Ameise oder eines Käfers das Nektarium freigegeben wird, jedoch hatte ich bei Viburnum Opulus und Prunus avium, wo sich diese Vorgänge bei höherer Temperatur

und Luftfeuchtigkeit besonders schön beobachten ließen, öfter Gelegenheit zu sehen, wie bei paarig angeordneten Nektarien das eine von einer Ameise besucht war und sich am anderen für kurze Zeit eine Schlupfwespe oder eine Fliege aufhielt.

Zur Beantwortung der zweiten Frage können nicht nur Beobachtungen dienen, sondern es waren Versuche erforderlich, ähnlich denen, die von Wettstein (1888) an Centaurea durchgeführt worden sind.

Zwei Töpfe mit Centaurea angustifolia Mll., die reichlich Blütenköpfchen angesetzt hatten, wurden in nächster Nähe eines Nestes von Lasius niger L. gesetzt. Die Involucralblätter der Hälfte der Blütenköpfchen wurden so verklebt, daß kein Insekt an den extrafloralen Nektar herankonnte, und die Ameisen wurden nun durch nichts mehr vom Blütenbesuch abgelenkt. Häufig konnte daher Lasius niger L. auf den Blütenköpfchen angetroffen werden. Jedoch kann ich hier gleich bemerken, daß ich auch auf den Blütenköpfchen, deren extraflorale Nektarien nicht verklebt waren, auch Lasius beobachtet habe. Jedenfalls müßten nun nach der aufgestellten Theorie die Blüten nach dem Ameisen-Besuch geschädigt worden sein. Aber nichts dergleichen war zu bemerken, alle Blütenköpfchen setzten ohne Unterschied ihren Samen an, der auch ausreifte.

Derselbe Versuch wurde in gleicher Weise in der Nähe eines Nestes von Formica fusca L. angesetzt. Das Resultat war ebenfalls dasselbe: Samen setzten alle Blütenköpfchen an bis auf eines, das aber gerade nicht verklebt war.

In der Annahme, daß der Leimring unterhalb der Blüten bei Lychnis Viscaria L., der Pechnelke, ebenfalls die Aufgabe haben soll, die Blüten vor dem schädlichen Ameisen-Besuch zu schützen, wurden in Töpfe gepflanzte, kurz vor der Blüte stehende Pflanzen, neben den Centaureen-Töpfen in der Nähe der oben erwähnten Ameisen-Nester aufgestellt. Zur Hälfte wur-

den die Leimringe mit Leukoplast überklebt, so daß den Ameisen ein freier Zugang zu den Blüten gestattet war. Der Besuch der Ameisen auf den Blüten war hier auch ein reichlicher, während auf den Stengeln und Blüten, bei denen die Leimringe nicht verklebt waren, keine Ameisen angetroffen wurden. Der Samenansatz war hier ganz ungleichmäßig, einmal waren die Samenanlagen der Viscaria am nicht verklebten Leimring taub, einmal am verklebten, was mit Sicherheit weder auf eine Nützlichkeit noch Schädlichkeit des Ameisen-Besuches zurückzuführen ist, sondern auf andere Ursachen. Da also die Blüten der verklebten Stengel genau so gut Samen angesetzt hatten wie die der nichtverklebten, entspricht das Resultat dem der Centaurea-Versuche.

Außerdem habe ich beim Fang an Centaurea sehr oft Ameisen beobachtet, die sich trotz starker Sekretion der extrafloralen Nektarien auf den Blüten aufhielten. Ich konnte oft beobachten, wie eine Ameise von einem extrafloralen Nektarium abwanderte und die Blüte aufsuchte; ebenso habe ich den umgekehrten Fall gesehen.

Das Resultat obiger Versuche und Beobachtungen dürfte wohl immerhin mit ziemlicher Deutlichkeit zeigen, daß der Ameisen-Besuch auf Blüten für die betreffenden Blüten nicht immer schädlich zu sein braucht. Damit ist die Theorie hinfällig, wonach die extrafloralen Nektarien dazu da sind, die Blüten vor Ameisen-Besuch zu schützen. Es mag ja möglich sein, daß sich einige Ameisen vom Blütenbesuch durch den extrafloralen Nektar abhalten lassen, aber das ist wohl im besten Falle eine sekundäre und zufällige Bedeutung der Nektarien. Denn wäre es der Hauptzweck, dann müßten alle Centaurea-Arten so große Nektarien besitzen, daß der von ihnen abgeschiedene Nektar die Menge des Blütennektars übersteigt, was wohl bei Centaurea z. B. nicht der Fall ist, da hier die extrafloralen Nektarien sehr klein sind und sich nur auf wenigen Involucralblättern befinden. Außerdem muß dabei noch bedacht werden, daß in den Morgen-

stunden die Menge des Nektars am größten ist und mittags und abends davon kaum noch etwas zu bemerken ist. Der Blütenbesuch ist aber gerade in den warmen Mittagsstunden am regsten; es fällt also die Hauptsekretionszeit der extrafloralen Nektarien gar nicht mit dem regsten Blütenbesuch zusammen.

Nachdem nun festgestellt ist, daß die Blüten durch Ameisen nicht in ihrer Entwicklung zu Samen geschädigt werden, soll nun untersucht werden, ob bei Anwesenheit von Ameisen auf der Pflanze die Blüten und Blätter derselben von anderen in der Hauptsache schädlichen Insekten besucht werden; denn die Ameisenschutztheorie besagt, daß die extrafloralen Nektarien eine Anlockung der Ameisen bewirken und diese wiederum eine Schutzgarde der Pflanze gegen andere Insekten bilden.

Daß Ameisen vom extrafloralen Nektar angelockt werden, ist ja als Tatsache erwiesen. Jedoch ist die Anzahl der Ameisen im Vergleich zu den anderen Nektarienbesuchern gering und macht etwa ein Achtel der von mir gefangenen Insekten aus. Träfe nun die Schutztheorie zu, so hätten die Ameisen ständig gegen eine Übermacht zu kämpfen und würden nicht nur die schädlichen, sondern auch die nützlichen Insekten zwangsläufig verjagen, wodurch der Pflanze ein beträchtlicher Schaden und kein Nutzen zugefügt würde. Außerdem sitzen die Ameisen sehr lange am Nektarium und in dieser Zeit ist die Blüte unbewacht, so daß sich andere Insekten ungestört darauf niederlassen können. Wenn nun Wettstein (1888) behauptet, daß häufig 3—5 oder noch mehr Ameisen an einem Blütenköpfchen von Centaurea sitzen, so ist das von einer unmittelbaren Nähe eines Ameisennestes oder einem sonstigen vermehrten Ameisenvorkommen abhängig. Im freien Felde, wo ich viele Centaureen beobachtet habe, waren 2 Ameisen an einem Blütenköpfchen eine Seltenheit, häufig war keine Ameise am extrafloralen Nektar zu finden. Auch bei den Prunus-Arten ist eine Unmöglichkeit, von einem wirksamen Blütenschutze durch

Ameisen zu sprechen. Denn einmal sitzen die sezernierenden Nektarien an den jungen Trieben, die Blüten dagegen am alten Holze, zwei teilweise weit von einander liegenden Stellen. Im anderen Falle müßte sich auf einem blühenden Kirschbaume eine ungeheure Menge Ameisen aufhalten, um einen wirksamen Blütenschutz zu erwirken. Denn solange von Insekten unbesetzte, sezernierende Nektarien vorhanden sind, werden diese von den umherlaufenden Ameisen aufgesucht, und so viele Ameisen, daß alle Nektarien besetzt sind und außerdem noch die vielen Blüten von suchenden belaufen werden, gibt es bei uns nicht. Weiter kommt noch hinzu, daß sich Ameisen während meiner Beobachtungen mit Vorliebe an jungen, noch nicht blühfähigen Bäumchen aufhielten. Auch erscheint ein Blütenschutz durch Ameisen bei den Pflanzen mit doldenartigen Blütenständen (Viburnum, Sambucus) gar nicht denkbar. Weitere Einzelheiten über die Unhaltbarkeit der Ameisenschutztheorie gehen aus den Betrachtungen der Fanglisten hervor und sind im speziellen Teil bereits erwähnt worden. Daraus ergibt sich deutlich, wie wenig Ameisen in der Lage sind, die für die Pflanze schädlichen Insekten zu vertreiben. In diesem Zusammenhange sei nur noch einmal auf die Blatt und Blüten fressenden Käfer hingewiesen, um die jede Ameise einen weiten Bogen macht.

Auf die von Warburg (1892) aufgestellte Theorie, nach der die extrafloralen Nektarien den Zweck haben, die Ameisen von der Anlage und Pflege der Blattlauskolonien abzuhalten, braucht nicht näher eingegangen zu werden, da Warburg selbst schon darauf hinweist, welche großen Mengen an Zucker abgeschieden werden müßten, um die Ameisen derart zu versorgen, daß diese kein Bedürfnis mehr haben, bei Blattläusen noch um Nahrung zu suchen. Außerdem sei erwähnt, wie häufig Blattlauskolonien gerade auf Pflanzen mit extrafloralen Nektarien vorkommen, z. B. Vicia, Prunus u. a. Hier liegt gerade die Vermutung sehr nahe, daß die durch den

extrafloralen Nektar angelockten Ameisen den Blattlausbefall fördernd beeinflussen.

Hieraus ergibt sich, daß der Ameisen-Besuch an den extrafloralen Nektarien für die Pflanze als bedeutungslos anzusehen ist. Dagegen ist der extraflorale Nektar für die Ameisen sowie für die anderen Insekten nicht bedeutungslos, sondern als wichtige Nahrungsquelle zu betrachten, was auch aus der großen Zahl der von mir gefangenen Insekten zu entnehmen ist. Besonders deutlich zeigt sich das in ähnlichen Biotopen, wie ihn z. B. ein Kiefernwald darstellt, in dem sich als Unterwuchs nur Pteris aquilina vorfindet und häufig nichts weiter als der extraflorale Nektar desselben den hier immer reichlich vorkommenden Dipteren und Hymenopteren, die als Larve Parasiten vieler Kiefernschädlinge sind, und den anderen Insekten an Nahrung geboten wird. Das gleiche gilt auch für die anderen Biotope, nur daß es hier nicht so deutlich in die Erscheinung tritt, aber dadurch bewiesen wird, daß die Insekten stets Bewohner des betreffenden Biotopes sind und nicht einseitig zur betreffenden Pflanze in Beziehung stehen. Hiermit soll aber nicht gesagt sein, daß hierin die Hauptbedeutung der extrafloralen Nektarien zu suchen ist; jedoch kann es nicht geleugnet werden, daß sie biocönotisch von Wert sind; denn sie bieten eben Pflanzenschädlingen sowie deren Parasiten die Nahrung. Da letztere, z. B. Ichneumoniden, Braconiden, gerade sehr zahlreich an den extrafloralen Nektarien zu finden sind, könnte man hier an Stelle der Ameisenschutztheorie eine besondere sekundäre Bedeutung dieser Organe sehen, zumal gerade diese Insekten, bevor sie an das Nektarium herangehen, auf dem Blatte hin und her laufen und so ihr Opfer in Gestalt von Raupen und dergleichen auffinden.

Zusammenfassend sei festgestellt, daß die extrafloralen Nektarien einen regulierenden Einfluß auf den Insektenbesuch an Blättern und Blüten weder direkt noch indirekt ausüben.

Die in der vorliegenden Arbeit mitgeteilten Beobachtungen und Untersuchungen ergeben im großen und ganzen das gleiche Resultat, wie es Nieuwenhuis (1907) aus ihren Arbeiten im Buitenzorger Garten erhalten hat. Auch in unseren gemäßigten Klimaten ist der Ameisen-Besuch an den extrafloralen Nektarien sehr mäßig und hat keine Bedeutung für die Pflanze. Deshalb gilt auch für unsere geographischen Breiten, daß Pflanzen unmöglich wegen ihrer extrafloralen Nektarien als myrmecophil angesehen werden dürfen.

Aus der Gesamtheit dieser Beobachtungen ist zu schließen, daß die extrafloralen Nektarien keine ökologische Bedeutung für die Pflanze selber in dem Sinne besitzen, ihr Schädigungen durch Feinde aus dem Insektenreich fernzuhalten oder solche Schädigungen einzuschränken.

Außerordentlich groß ist dagegen die Bedeutung der extrafloralen Nektarien für zahllose Insekten der Biocönose[3]), der die Pflanze angehört. Zwar kommt die Menge der zuckerhaltigen Nahrung, die diesen Insekten durch die extrafloralen Nektarien dargeboten wird, nicht entfernt derjenigen gleich, die ihnen als Blütennektar oder von Pflanzenläusen geliefert wird, aber im Verein mit diesen Nahrungsquellen sind die Ausscheidungen der extrafloralen Nektarien eine Nahrungsquelle von schwer zu überschätzender Bedeutung. Wären die Fänge an den extrafloralen Nektarien über Jahre ausgedehnt worden, so hätte sich die Anzahl der daran gefangenen Arten vermutlich vervielfacht, und noch mehr gilt diese Vermutung für Fänge in verschiedenen Gegenden. Es sind offenbar keine spezifischen Insekten, die die extrafloralen Nektarien be-

3) Hierbei werden unter Biocönose nicht nur die Organismen verstanden, die zu der betr. Pflanze in Beziehung stehen, sondern (im Sinne von K. Friederichs) die gesamte Organismenwelt des betr. Biotops.

suchen, sondern der Zufall entscheidet darüber. Es gibt wahrscheinlich wenige, kleine, fliegende Insekten, die nicht, wenn sich die Gelegenheit bietet, dieses Labsal gern annehmen; es gibt andererseits wohl kaum eine Art, die wesentlich hierauf, gerade hierauf, angewiesen wäre. Aber da weder auf Blütennektar noch auf Blattlaushonig jederzeit und überall zu rechnen ist, so ist die Ergänzung dieser Nahrungsquellen durch die extrafloralen Nektarien für einen großen Teil der Insektenwelt von größtem Wert.

Wie bei den einzelnen Pflanzen gesagt wurde, erfolgt sehr oft eine Zerstörung der extrafloralen Nektarien durch die Insekten, indem diese sich nicht mit dem Nektar begnügen, sondern die Nektarien abfressen (wie das auch bei floralen Nektarien nicht selten der Fall, z. B. im Falle des Rapsglanzkäfers). Aber diese Zerstörung ist ohne Bedeutung für die Pflanze.

Das Verhältnis der Besucher zu diesen Pflanzen ist ein Teil jenes großen biocönotischen Zusammenhanges, der einst die Insektenwelt sich mit den Blütenpflanzen in der gleichen Erdperiode so gewaltig differenzieren ließ: die einen mit den anderen, wobei die Blütenbefruchtung durch Insekten und die Entstehung von zahllosen Lebensmöglichkeiten für eine entsprechend differenzierte Insektenwelt das Verbindende waren. Eine zu all solchen Lebensmöglichkeiten hinzukommende Leistung mancher Pflanzen, die den meisten Insekten zugute kommt, ist die Darbietung von extrafloralem Nektar.

Übrigens ist nicht nur in den erwähnten Biotopen, sondern auch in Gärten und Anlagen nach Nektarienbesuchern gefahndet worden. Da wurde denn gelegentlich einmal eine Biene beobachtet, die etwas erstarrtes Sekret von den dicken Nektarien gewisser Kirschbaumsorten davontrug, oder auch ein anderes Insekt, das daselbst seiner Nahrung nachging. Praktisch aber fehlten hier die Nektarienbesucher so gut wie ganz. Man kann daraus auf die

Verarmung der Biocönose, jedenfalls der Insektenwelt, auf stark kultiviertem Land schließen, woselbst demnach die extrafloralen Nektarien zu völliger ökologischer Bedeutungslosigkeit herabsinken.

Literaturverzeichnis.[4])

Acton, Annals of Botany; Vol. 9, London 1885.

Barth, G., Entomol. Zs., Frankfurt a. M., Jhrg. 43, 1930.

Beutler, R., Zs. f. vergl. Physiol.; Bd. 12. 1930.

Bischoff, H., Biologie der Hymenopteren. Berlin 1927.

Bos, Ritzema J., Tierische Schädlinge und Nützlinge. Berlin 1891.

Brohmer, P., Die Tierwelt Mitteleuropas. Leipzig 1930.

Buesgen, M., Jenaische Zs. f. Naturw.; Bd. 25 (N. F. Bd. 18) 1891.

Dahlgyren, Botanisker Notiser. 1928.

Darwin, Ch., The effects of cross and self fertilisation, London 1874 (Übersetzung von Carus, 1899).

Darwin, F., J. of the Linnean Soc.; Vol. XV. 1877.

Daumann, E., Beih. z. bot. Centralbl. Bd. 48. 1931.

Ewert, R., Die Nektarien in ihrer Bedeutung für Bienenzucht und Landwirtschaft. Leipzig 1932.

Ferrant, V., Die schädlichen Jnsekten der Land- und Forstwirtschaft. Luxemburg 1911.

Flueckiger, F. A., Pharmakognosie des Pflanzenreiches. 3. Auflage, Berlin 1891.

Frank, B., Die Pflanzenkrankheiten. Encyclopädie der Naturwissenschaften; I. Abteilg. Handbuch der Botanik; I. Bd.; Breslau 1879.

Gonclaves da Cunha, A., C. R. Soc. de Biol. 107. Paris 1931.

Großfeld, J., Naturwissenschaften; 20. Jahrg., 1932.

Haberlandt, G., Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Math.-nat. Classe Wien; 103; 1894.

— Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Math.-nat. Classe Wien; Bd. 104, 1895.

— Zur Kenntnis der Hydathoden. Jahrb. f. wiss. Botanik; Bd. 30; 1896.

4) Die in den Arbeiten von Schwendt (1907) und J. G. Zimmermann (1932) angegebene Literatur ist hier nicht mit angeführt, weshalb auf diese beiden Arbeiten besonders hingewiesen sei.

Hetschko, A., Deutsche illustrierte Bienenzeitung; 24. Jahrg. 1907.
— Wiener Entomolog. Zeitung; XXVI. Jahrg. 1907.
— Wiener Entomol. Ztg.; XXVII. Jahrg. 1908.
— Wiener Entomol. Ztg.; XXXV. Jahrg. 1916.
Johow, F., Pringsheim Jahrb. f. wiss. Botanik; Bd. XV.; 1884.
Koch, K., Die deutschen Obstgehölze. Stuttgart 1876.
Kronfeldt, G., Ber. d. dtsch. bot. Ges. Bd. VII.
Lucas und Oberdieck, Illustriertes Handbuch der Obstkunde, Bd. VI; Ravensberg 1870.
Moll, J. W., Versl. en Med. Akad. Wetensch., Afd. Natuurk. 2. Reeks; 15. Teil; Amsterdam 1880.
Mueller, H., Die Wechselbeziehungen zwischen den Blumen und den ihre Kreuzung vermittelnden Insekten. Encyclopädie der Naturwissenschaften; I. Abtlg. Handbuch der Botanik; I. Bd.; Breslau 1879.
— Die Befruchtung der Blumen durch Insekten. Leipz. 1873.
Pfeffer, Plasmahaut und Vakuolen; 1890.
Rathay, E., Denkschrift d. k.k. Akad. d. Wiss. Math.-nat. Classe, Bd. 46; Wien 1883.
Sachsse, R., Chemie und Physiologie der Farbstoffe, Kohlehydrate und Proteinsubstanzen. Leipzig 1877.
Schiner, R., Fauna Austriaca — Die Fliegen (Diptera), I. Teil, Wien 1862; II. Teil, Wien 1864.
v. Schlechtendal, F. L., Bot. Ztg., 2. Jahrg. 1844.
Schmiedeknecht, O., Die Hymenopteren Nord- und Mitteleuropas; Jena 1930.
Schniewind-Thiess, J., Beiträge zur Kenntnis der Septalnektarien, Jena 1897.
Schulze, P., Biologie der Tiere Deutschlands. Berlin 1929 und 1931.
Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin 1932.
Staeger, R., Botan. Zeit. I, 1903.
Stahl, Flora, 113, 1920.
Stichel, Bestimmungstabelle der deutschen Wanzen.
Unger, F., Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Classe, Bd. XXV; 1857.
— Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien, Math.-nat. Classe; Bd. XXVIII; 1858.
Werth, E., Verh. bot. Ver. Brandenburg, Berlin-Dahlem; 64. Jahrg. 1922.
Wolff, G., Ph., Bot. Arch. Bd. VIII; 1924.
Zimmermann, J. G., Beih. z. bot. Centralbl.; Bd. XLIX; Heft 1; 1932.

Tabelle I.

Beobachtete Pflanzen und Honigtauarten sowie die für diese in Tabelle II eingeführten Buchstaben.

A Pteris aquilina L. (7 Fänge).
B Helianthus annuus L. (7 Fänge).
C Centaurea Scabiosa L. (3 Fänge).
D Centaurea Jacea L. (4 Fänge).
E Centaurea angustifolia Mll. var. fuscormarginata Hort. (3 Fänge).
F Syringa vulgaris L. (6 Fänge).
G Prunus avium L. (40 Fänge).
H Prunus Cerasus L. (7 Fänge).
J Prunus Padus L. (12 Fänge).
K Prunus Persica Sieb. et. Zucc. (10 Fänge).
L Prunus Spinosa L. (14 Fänge).
M Populus nigra L. (4 Fänge).
N Salix alba L. (5 Fänge).
O Impatiens Balsamina L. (4 Fänge).
P Impatiens Noli-tangere L. (3 Fänge).
Q Ricinus communis L. (7 Fänge).
R Sambucus nigra L. (16 Fänge).
S Viburnum Opulus L. (17 Fänge).
T Vicia Faba L. (10 Fänge).
U Vicia sativa L. (4 Fänge).
V Vicia sepium L. (5 Fänge).
W Vicia hirsuta L., Cracca L. (5 Fänge).
X Vicia Cracca L. (3 Fänge).
Y Vicia villosa Roth. (4 Fänge).
Z Sphacelia von Claviceps purpurea Tul. (2 Fänge).
A I Besucher des Blattlaushonigs (2 Fänge).
A II Honigtaubesucher (2 Fänge).

Tabelle II.

Aufzählung der Insektenarten, welche die extrafloralen Nektarien und die anderen zuckerhaltigen Ausscheidungen besuchen.*)

Orthoptera.

1 Forficula auricularia L. J 1.

Psocidae.

2 Caecilius flavidus Steph. B 1.

Mecoptera.

3 Panorpa communis L. A 1, J 1, V 1.
4 „ cognata L. A 1, T 1.

Neuroptera.

5 Sialis spec. J 1, L 2, Y 1.
6 Chrysopa spec. G 1.

Heteroptera.

7 Sehirus bicolor L. L 1.
8 Triphlebs minuta L. B 2, O 1.
9 Anthocoris nemorum L. G 1, J 2, N 2, O 1, R 1, T 2, U 1.
10 Adelphocoris lineolatus Götze. D 4.
11 Oncotylus puncticeps Reut. U 1.
12 Calocoris norvegicus Gmel. U 1.
13 Poecilocytus unifasciatus Fab. A 1.
14 Pycnopterna striata L. A I 1.
15 Lygus pratensis L. B 14, G 3, T 1, Z 1.
16 „ „ „ var. rutilans Horv. A 1, B 4, G 1, O 1, Q 1, W 1.
17 „ lucorum M. D. B 2.
18 „ pabulinus L. Y 1.

---

*) Die lateinischen Buchstaben bedeuten die Pflanze, an der der Fang durchgeführt wurde (s. Tabelle I); die Zahl gibt die Anzahl der gefangenen Individuen an.

19 Lygus contamminatus Fall. H 1, U 1.
20 „ Kalmi L. B 1.
21 Psallus variabilis Fall. H 1.
22 „ alnicola Dgl. Sc. A 1, P 1.
23 Plagiognathus arbustorum F. D 1, O 3, T 1.
24 „ „ „ var. hortensis M. D. D 1, T 1.
25 „ chrysanthemi Wolff. U 1.
26 Troilus luridus F. (Larve). S 2.

Homoptera.

27 Philaenus spumarius L. B 1, D 1, S 1.
28 Euacanthus interruptus L. S 1.
29 Aphrodes (olim Acocephalus) bicinctus Schrank. B 1.
30 Thamnotettix subfusculus Fall. G 2, R 1, V 3.
31 Psylla forestri Flor. S 1.
32 Aphide. G 1.

Coleoptera.

33 Aleochara inconspicua Aube. H 1.
34 Tachyporus obtusus L. G 3, J 1, U 1.
35 „ solutus Er. G 1.
36 „ pusillus Grav. J 1.
37 Philontus sordidus Grav. H 2.
38 Lathrimaeum atrocephalum Gyll. J 1.
39 Anthobium minutum F. S 3.
40 Aphodius inguinatus Fabr. G 1.
41 Phyllopertha horticola Lin. A 3, G 2, L 3, N 1, T 4.
42 Byturus tomentosus Fabr. G 1, L 1, S 1.
43 „ „ a. flavescens Mrsh. G 4, J 4.
44 Cateretes pedicularius a. pallens Rey. T 2.
45 Meligethes aeneus Fabr. C 1, D 6, E 1, G 55, H 3, J 14, K 9, L 2, N 1, O 4, P 1, Q 1, R 2, S 1, T 1, U 1, V 1, W 5, X 1, Y 2.
46 Epurea depressa Gyll. G. 7, S 2.
47 Olibrus aeneus Fabr. B 2, C 2, D 14, F 2, G 2, J 1, O 1, S 3, T 1, V 1.

48 Stilbus testaceus Panz. B 1, D 1, G 1, K 1, S 3.
49 Enicmus transversus Oliv. J 1.
50 Corticarina gibbosa Hrbst. G 3, J 1, O 1, S 2.
51 Subcoccinella 24-punctata Lin. B 10, G 2, S 1.
52 Chilocorus renipustulatus Scriba. G 1.
53 Hippodamia 13-punctata Lin. J 2.
54 Adonia variegata Goeze. G 1, N 1.
55 Coccinella 7-punctata Lin. D 1, G 20, H 1, L 2, Q 1, V 2, X 1, Z 4, AI 1.
56 „ 5- „ „ D 2, G 51, O 1, Y 3, Z 14.
57 „ 2- „ „ B 2, G 7, N 1, R 1, Y 1, Z 3.
58 „ 2- „ „ a. annulata L. B 1, G 1, H 1, Z 1.
59 „ 2-var. 4-punctata L. G 8, H 1, Z 5.
60 „ 10-punctata a. 10-pustulata L. G 1, H 1, J 1.
61 Halyzia 14-punctata Lin. A 3, G 10, J 1, K 1, L 2, O 3, S 6, T 1, U 1, V 2, Z 1.
62 Globicornis nigripes Fabr. H 1.
63 Anthrenus museorum Lin. H 5, K 1.
64 Corymbites sjaelandicus Müll. S 1.
65 „ „ a. assimilis Gyll. S 1.
66 Prosternon holosericeus Oliv. G 3.
67 Dolopius marginatus Lin. L 1.
68 Agriotes aterrimus Lin. L 2, T 1.
69 „ sputator Lin. U 1.
70 „ acuminatus Steph. G 3.
71 Adrastus nitidulus Mrsh. AII 1.
72 Cardiophorus ruficollis Lin. N 1.
73 „ cinereus Hrbst. G 11.
74 Limonius aeroginosus Oliv. G 4.
75 Athous hirtus Hrbst. J 1, W 1.
76 „ haemorrhoidalis Fabr. J 1, L 1.
77 „ „ a. ruficaudis Gyll. F 1, G 6, J 1, L 1, S 1.
78 „ vittatus a. filicti Buiss. A 1, S 1.
79 „ „ a. Ocskayi Kiesw. S 1.

80 Athous vittatus a. angularis Steph. V 1.
81 „ subfuscus Müll. A 4, V 2.
82 Denticollis linearis Lin. G 1.
83 „ „ a. mesomelas Lin. G 1.
84 Cyphon padi a. discolor Panz. G 1.
85 „ „ a. gratiosus Kolen. G 1.
86 „ Paykulli Guer. J 1.
87 „ „ a. alpinus Bourg. T 1.
88 „ „ a. macer Kiesw. AI 1.
89 Microcara testacea Lin. A 1.
90 Cantharis obscura Lin. G 1.
91 „ nigricans Müll. J 1, L 1, R 1, U 1.
92 „ rufa Lin. F 1, G 6, T 2, U 1, Y 1.
93 „ pallida Goeze. L 1, R 2, S 1, T 2, U 6, W 1, X 1, Y 2.
94 „ pellucida Fabr. G 1, J 2, L 1, R 1, S 1, T 2, U 2, W 1, X 1.
95 „ fusca Lin. G 2, K 1, L 8, N 2, S 1, T 2, U 1, W 2, X 2, Y 3.
96 „ livida a. rufipes Lin. F 1, G 3, K 1, N 1, S 2, U 2, Y 2.
97 Rhagonycha testacea Lin. U 1.
98 „ lignosa Müll. A 1, G 2, S 2, V 1.
99 „ fulva Scop. A 3, G 7, T 2, Y 1, Z 1, AI 42.
100 Malthinus facialis Thoms. A 1.
101 Malthodes marginatus Latr. G 2.
102 Charopus flavipes Payk. Y 1.
103 Dasytes coeruleus Fabr. R 1.
104 „ „ a. virescens Westh. G 1.
105 „ plumbeus Müll. AII 1.
106 „ „ a. coerulescens Schilsky. S 1.
107 Corynetes coeruleus Degeer. H 1, K 2, AI 2.
108 Hedobia imperialis a. senex Kr. G 1.
109 Anaspis frontalis Lin. G 4, L 1, R 1, S 5, T 1.
110 „ pulicaria Costa. G 3, S 2.
111 „ thoracica Lin. R 1.

112 Anaspis thoracica a. Gerhardti Schilsky. R 1.
113 Notoxus monoceros Lin. J 1, Y 1.
114 Oedomera flavescens Lin. L 1, M 1.
115 Lagria hirta Lin. G 1.
116 Pogonochaerus hispidus Lin. G 1.
117 Tetrops praeusta Lin. K 1.
118 Phytoecia cylindrica Lin. L 1.
119 Crioceris 12-punctata Lin. G 1.
120 Chrysomela fastuosa Scop. P 1.
121 „ varians Schaller. P 5.
122 Plagiodera versicolor Laich. N 5.
123 Phytodecta olivacea Forst. V 1.
124 Galerucella viburni Payk. S 11.
125 Hippuriphila Modeeri L. J 1.
126 Chalcoides aurata Mrsh. N 2.
127 Chaetocnema concinna Mrsh. G 1.
128 Haltica oleracea L. G 3.
129 Phyllotreta nemorum L. G 5, J 1, R 1.
130 Psylliodes affinis Payk. G 2.
131 Cassida nebulosa Lin. O 2, Q 1.
132 Bruchidius cisti Payk. G 1, N 1.
133 Otiorrhynchus singularis Lin. A 2, G 1, R 1.
134 Phyllobius viridicollis Fabr. L 1, S 1, V 3.
135 „ calcaratus Fabr. F 1, G 6, J 6.
136 „ „ a. densatus Schilsky. J 1.
137 „ maculicornis Germ. A 1, F 1, G 3, J 4, K 1, L 10, U 1, X 1.
138 „ argentatus Lin. G 7, J 1, L 2, P 2.
139 Polydrosus cervinus Lin. A 1, G 3, K 1, L 1, N 1, T 1, U 1.
140 Strophosomus rufipes Steph. A 2, G 3, S 1.
141 Sitona lineata Lin. G 1, J 3, R 1, T 10, U 7, V 1.
142 Chlorophanus viridis Lin. G 1, K 1.
143 Phytonomus rumicis Lin. G 1.
144 Magdalis ruficornis Lin. G 6, J 4, K 2, L 4.
145 Ceuthorrhynchus floralis Payk. G 2.
146 „ assimilis Payk. F 2, G 5, J 1.

147 Rhinoncus castor Fabr. L 1.
148 Balanobius crux Fabr. N 1.
149 „ salicivorus Payk. G 1.
150 „ pyrrhoceras Mrsh. N 1.
151 Orchestes fagi L. A 2, P 1, R 1.
152 Rhamphus pulicarius Hrbst. N 1.
153 Apion pomonae Fabr. J 1, R 1.
154 „ craccae Lin. G 5, J 1, R 1, V 2, W 3.
155 „ cerdo Gerst. J 1, W 2.
156 „ seniculum Kirby. B 1, G 1, S 1.
157 „ flavipes Payk. B 1, S 4.
158 „ vicinum Kirby. B 1, S 2.
159 „ Spencei Kirby. X 1.
160 „ virens Hrbst. B 1.
161 „ viciae Payk. G 1, Y 1.
162 „ vorax Hrbst. J 1.
163 „ aethiops Hrbst. J 1, V 1, W 1, Y 1.
164 Apoderus coryli a. collaris Scop. R 1.
165 Coccinella-Larven. E 1, H 1, N 1, U 1, Y 1, Z 1.

Hymenoptera.

166 Arge coerulescens Geoffr. G 1.
167 Priophorus padi L. G 1, K 1.
168 „ tener Zadd. G 1, H 1, L 2, R 1.
169 Nematini. G 1.
170 Lygaeonematus spec. G 1.
171 Ormyrus spec. J 1.
172 Pristophora ruficornis Oliv. G 1.
173 Pteronidea myosotidis F. L 1.
174 Pachynematus albipennis Htg. G 2.
175 „ obductus Htg. S 1.
176 „ spec. W 1.
177 Tomosthetus fuliginosus Schrnk. G 2, W 1.
178 „ ephippium Pz. G 1, J 3, S 1.
179 „ luteiventris Kl. G 1.
180 Fenusa pumila Kl. Q 3.
181 Athalia lineolata Lep. A 1, G 2, S 2.

182 Selandria cinereipes Kl. G 1, L 1.
183 „ stramineipes Kl. A 3.
184 „ imercipes Kl. S 1.
185 „ serva L. W 4.
186 Strongylogaster lineata Chr. A 2, G 1.
187 Emphytus carpini Htg. G 1.
188 „ calceatus Kl. G 1.
189 Eriocampa umbratica Kl. J 1.
190 Ametastegia glabrata Fall. G 5.
191 Empria affiaxcisa Thms. G 1.
192 „ spec. G 3, J 1.
193 Dolerus puncticollis Thms. S 1.
194 „ pratensis L. U 1, Y 7.
195 „ gonager F. K 2, L 1.
196 „ niger L. G 4.
197 „ spec. G 5.
198 Tenthredella atra L. G 3, J 3, R 1, Y 1.
199 Rhogogaster aucupariae Kl. G 1, V 1.
200 „ fulvipes Scop. L 2.
201 Macrophya ribis Schrk. R 1.
202 Pachyprotasis rapae L. N 1, P 1.
203 Cephus pygmaeus L. V 1, W 1.
204 Ichneumon spec. G 3, M 1, P 1, S 1.
205 Phaeogenes spec. H 1, K 1, L 1, R 1, S 3.
206 Spilocryptus spec. T 1.
207 Trichocryptus spec. G 1.
208 Phygadeuonini. G 5, H 2, N 1, S 2, U 1, V 1.
209 Acanthocryptus spec. S 1.
210 Hemiteles spec. G 1, J 1, T 1.
211 Perithous spec. R 1.
212 Glypta spec. D 1.
213 Pimpla spec. B 1, D 1, G 5, J 2, M 1, N 1, S 1, T 1.
214 Lissonota spec. G 1.
215 Campoplex spec. L 1.
216 Angitia spec. B 1, D 1, G 6, J 1, K 1, L 1, N 1, O 2, T 2, Y 1, AI 1.
217 Parabatus spec. G 1.

218 Isurgus spec. L 1.
219 Symboethus heliophilus Grav. U 1, AI 5.
220 Diplazon (Bassus) spec. H 2, K 3, U 2, AI 2.
221 Exochus spec. G 1.
222 Homocidus spec. G 1, K 2, S 1.
223 Aphidius spec. J 1, M 1.
224 Bracon spec. A 1, D 3, H 1, L 2, Z 1, AI 1.
225 Microgaster spec. G 1, P 1.
226 Apanteles spec. G 1, K 1, L 1, M 1, N 2, V 1.
227 Agathis spec. A 1, G 2, L 5.
228 Blacus spec. M 1, S 1.
229 Leiophron spec. G 1, T 6.
230 Biosteris spec. B 1.
231 Opius spec. O 1.
232 Orthostigma spec. AII 1.
233 Dacnusa spec. M 1.
234 Synergus spec. G 1, J 1.
235 Agryphon spec. G 1.
236 Eucolia spec. K 1.
237 Toryminae. X 1.
238 Perilampus spec. G 1.
239 Eurytoma spec. M 1, AI 1.
240 Pteromalinae. A 2, B 1, G 2, AI 2.
241 Eulophus spec. G 1, L 1.
242 Tetrastichus spec. S 2.
243 Platygaster spec. G 2, J 1.
244 Cleptes nitidulus F. J 1.
245 Crysis cyanea L. H 1, K 2.
246 „ ignita L. H 2.
247 Tiphia femorata F. G 1.
248 Formica rufa L. R 1.
249 „ fusca L. A 1, G 36, S 1.
250 Lasius niger L. A 1, C 1, G 99, H 1, J 3, K 63, M 2, P 2, S 13, U 1, V 44, X 1, Y 1, AII 1.
251 „ alienus F. K 1.
252 Myrmica laevinodis Nyl. A 5, C 1, D 2, E 10, F 1, G 76, J 11, O 1, S 2, T 19, X 4, AI 5.

253 Myrmica ruginodis Nyl. A 40, T 1.
254 „ laevinodis/ruginodis (Zwischenform). A 2.
255 Vespa germanica F. B 3, G 9, J 2, Z 1.
256 „ silvestris Scop. G 1.
257 „ saxonia F. F 1.
258 Odynerus (Hoplopus) melanocephalus Gmel. U 1.
259 Priocnemis fuscus F. G 1.
260 Diodontus tristis Lind. H 3, K 1.
261 Crabro (Crossocerus) elongatulus v. d. Lind. H 1, K 17.
262 „ „ podagicus H. Sch. AII 1.
263 „ (Rhopalum) claviceps L. S 1.
264 „ (Thyrcopus) peltarius Schrb. G 3.
265 Dineurus (Diphlebus) lethifer Schuk. K 1, S 4, AI 1.
266 Passaloecus brevicornis Mor. K 1.
267 „ tenuis Mor. G 2.
268 „ monilicornis Dhlb. H 3, AI 1.
269 Mellinus arvensis L. G 5.
270 Psenulus rubicola Htg. G 1, H 11, K 1.
271 Trypoxylon figulus L. H 2, AI 1.
272 „ clavicerum Lep. et Serv. R 1.
273 Halictus albipes F. B 3.
274 „ morio F. K 1.
275 „ lativentris Schr. S 1.
276 „ calceata Scop. D 2.
277 „ spec. G 1, S 1.
278 Megachila centuncularis L. K 1.
279 Apis mellifica L. B 1, G 20, Z 2.
280 Andrena minutula K. G 1.
281 Nomada hillana K. L 1, V 1, Y 1.
282 Serphus spec. H 1, J 1, S 1.
283 Unbestimmbar. G 3, K 1, N 1, S 4.

Diptera.

284 Tipula spec. A 2, G 4, N 1, P 1, S 1, Y 1.
285 Pachyrrhina spec. A 1, G 15, H 4, J 1, K 2, L 5, M 1, P 1, R 2, U 4, V 2, Y 3.
286 Limoniidae (Limnobiidae). G 3, J 1.

287 Limonia quadrinotata Meig. G 1, J 1.
288 Psychodidae. G 1.
289 Liriope contaminata L. G 3, H 2, K 1.
290 „ spec. G 2.
291 Fungivoridae (-Mycetophilidae). G 1, R 1, S 1, V 1.
292 Lycoriidae. G 41, H 3, J 6, K 4, M 1, S 3, U 1, V 1, X 1, Y 1, AI 1, AII 2.
293 Itoniidae (-Cecidomyidae). G 1, H 1.
294 Bibio marci L. F 2, G 24, K 1, L 2.
295 „ varipes Meig. G 52, K 2, V 2.
296 „ lanigerus Meig. G 15.
297 „ ferruginatus L. G 3, K 1.
298 „ nigriventris Hal. S 1, V 1.
299 „ spec. G 2, H 1.
300 Dilophus febrilis Meig. B 1, E 1, F 2, G 62, H 1, J 1, K 4, L 1, N 1, V 1.
301 Culicidae. G 1.
302 Domonyza mobilis Meig. G 4, R 10.
303 Tendipedidae. B 1, F 2, G 16, H 3, J 4, P 1, Q 1, S 1, X 1, Y 1.
304 Heleidae (-Ceratopogonidae). N 1, R 1.
305 Melusinidae (-Simulidae). G 1, W 1.
306 Chloropidae. S 1.
307 Chlorops taeniopus Meig. G 1.
308 Chloropisca rufa Macq. A 1.
309 „ notata Meig. R 1.
310 Dicraeus pallidiventris Macq. V 1.
311 Elachipterea cornuta Fll. G 1.
312 Empididae. A1, F 8, G 30, H 5, K 13, L 1, M 4, P 2, S 3, T 2, V 1, W 1, AII 2.
313 Empis stercorea L. Y 1.
314 „ chioptera Fall. S 1.
315 „ tessellata Fabr. S 1.
316 „ spec. G 2, L 1, V 2, W 1.
317 Platypalpus cursitans Fabr. K 1, T 1.
318 Rhamphomyia spec. G 2.
319 Noeza spec. AII 1.

320 Hilara spec. F 14, G 19, L 1, V 1.
321 Beris vallata Förster. G 1, H 1, N 1.
322 „ chalybeata Förster. G 3, J 4.
323 Microchrysa polita L. B 1, F 3, G 7, H 1, L 1, N 2, AII 1.
324 Sargus cuprasius L. H 1.
325 Rhagio scolopaceus L. J 1, R 1, X 1.
326 „ tringarius L. G 2.
327 „ spec. M 1.
328 Chrysopilus auratus Fabr. G 2, T 4, U 1.
329 Thereva anilis L. H 1.
330 Chrysops caecutiens L. T 1, AI 1.
331 Haematopoda pluvialis L. C 1, G 1, T 3.
332 Tabanus bromius L. A 1.
333 Cerdistus cyanurus Loew. X 1.
334 Dioctria atrocapilla Meig. L 1.
335 Dysmachus trigonus Meig. L 2.
336 „ picipes Meig. L 1.
337 Dolichopodidae. A 2, B 1, G 4, K 1, L 3, S 1, V 1, AI 1.
338 Dolichopus nubilis Meig. W 1.
339 Psilopus albifrons Meig. H 1.
340 Phoridae. B 1, F 1, G 3, J 2, Q 1, R 1, AI 1, AII 1.
341 Pipiza festiva Meig. L 1.
342 Heringia virens Fabr. X 1.
343 Liogaster splendida Meig. Y 1.
344 Melanostoma mellium L. A 1, G 1, L 1, M 1, W 2, Y 1.
345 „ scalare Fabr. S 1.
346 Platichirus peltatus Meig. C 1, W 1.
347 „ manicatus Meig. D 1, W 1.
348 „ clypeatus Meig. W 1.
349 Syrphus corollae Fabr. G 1, H 1.
350 „ ribesii L. B 1, D 2, G 1, H 1, K 1.
351 „ vitripennis Meig. G 1, Q 1.
352 „ nitidicollis Meig. G 1.
353 Epistrophe balteata Deg. B 2, G 6, L 1.
354 Olbiosyrphus laetus Fabr. S 1.

355 Sphaerophoria scripta L. var. scripta L. D 3, T 1.
356 „ „ „ „ dispar Loew. D 1.
357 Xanthogramma citrofasciatum Deg. G 1.
358 Eristallis nemorum L. A 1.
359 „ horticola Deg. S 1.
360 Miatropa florea L. H 1.
361 Tropidia fasciata Meig. G 1.
362 „ sciata Harr. C 1, D 1, G 1, X 1.
363 Eumyrus leucopygus Beck. V 1.
364 Lasioptious pyrastri L. G 2, H 1.
365 Syritta pipiens L. C 1, H 3.
366 Zelima (Xylota) segnis L. AI 1.
367 Trypeta onotrophes Loew. (cylindrica Rd.). B 1, C 4, D 6, E 1.
368 Trypetophora punctulata Scop. Y 1.
369 Lonchaea vaginalis Fall. G 2.
370 „ lucidiventris Bock. G 1.
371 Palloptera saltuum L. M 1, T 1.
372 „ umbellatarum Fabr. G 2.
373 Sepsis cynipsea L. (incisa Strobl.). C 1, E 1, AI 4.
374 „ spec. K 1, T 1.
375 Eccoptomera microps Meig. H 1.
376 Psila nigricornis Meig. B 3, K 1.
377 „ rosae Fabr. T 1.
378 „ spec. S 1.
379 Loxocera ichneumonea L. K 1, R 1.
380 Lauxania aenea L. B 1, G 1.
381 „ spec. G 1, J 1.
382 Geomyza tripunctata Fall. W 1.
383 Opomyza germinationis L. W 1.
384 Scaptomyza apicalis Hardy. var. apicalis H. T 1.
385 „ spec. G 1.
386 Cypselidae (-Borboridae). T 1.
387 Borborus niger Meig. P 1.
388 „ nigrofemorata Macq. P 1.
389 Oscinella frit. L. S 1, U 1, W 1.
390 „ frontella Fall. AI 1.

391 Meromyza pratorum Meig. var. decora Frey. S 1.
392 Calobata cibaria L. F 1, G 9.
393 Cheligaster (Themira) Leachi Meig. C 1.
394 Tetanocera elata Fabr. G 1.
395 Thaumatomyia notata Meig. (Chloropidae). K 1.
396 Pteropoecila lamea Schrack. G 1.
397 Agromyzinae. C 1, F 3, G 2, K 17, L 2, N 8, R 3, S 2, Z 1.
398 Muscidae. G 1.
399 Musca corvina Fabr. N 1, R 1, Y 2.
400 „ domestica L. H 1.
401 Mesembrina meridiana L. S 1.
402 Muscina assimilis Fall. D 1.
403 Morellia hortorum Fall. G 2, J 1, L 4.
404 Stomoxys calcitrans L. N 1, O 1.
405 Polietes albolineata Fall. G 1, J 1.
406 „ lardaria. A 1, G 1, J 1, L 1, R 1, S 1.
407 Phaeonia basalis Ztt. J 1, L 1.
408 „ fuscata Fall. X 1.
409 „ pallida Fabr. P 1.
410 Lasiops semicinereus Wdm. (Spilogaster). A 1.
411 Hydrotaea albipuncta Ztt. N 1.
412 „ irritans Fall. B 1, G 1, M 1.
413 „ dentipes Fall. B 1, F 1, G 2, H 4, J 1, K 1, L 1, N 1, AII 2.
414 „ ciliata Fabr. S 2.
415 „ meteorica L. M 1, T 1.
416 Ophyra leucostoma Wdm. B 1.
417 Fannia canicularis L. H 1, N 2.
418 „ armata Meig. G 1, S 1.
419 „ monilis Hal. K 1.
420 „ manicata Meig. N 1.
421 „ glouscescens Ztt. K 1.
422 „ serena Fall. A 1, C 2, G 2, K 1, P 1, R 2.
423 „ similis Stein. G 1, R 1.
424 „ spec. J 1, Z 1.
425 Azelia triquetra Wdm. AI 1.

426 Hebecnema umbratica Meig. B 1.
427 Helina duplicata Meig. L 1, Z 1.
428 „ anceps Ztt. D 1, N 1.
429 „ depunctata Fall. G 1.
430 „ obscurata Meig. U 1.
431 Myodina vibrans L. G 1, K 1, L 1, N 3.
432 Limnophora notata Fall. N 13.
433 Anthomyinae. E 1, F 1, G 2, M 1, R 1.
434 Hydrophoria conica Wdm. G 3, J 2, N 1, S 1, T 1.
435 „ linogrisea Meig. R 1.
436 Acroptena ambigua Fall. N 1.
437 „ divisa Meig. G 1.
438 Pegomyia interruptella Ztt. J 1, R 1.
439 „ bicolor Wdm. K 1, N 1, R 1.
440 „ holostaea Hering. N 1.
441 Hylemyia strigosa Fabr. F 1, G 1, R 1, U 1.
442 „ variata Fall. L 2.
443 „ coarctata Fall. L 1, N 1, U 1, W 1, Z 3.
444 „ spec. R 1, AII 1.
445 Chortophila florilega Ztt. (cilicrura Rdi.) B 1, G 2, K 2, M 1, Q 1, U 1, W 1, Y 1, Z 1, AII 1.
446 „ dissecta Meig. G 1, M 1.
447 „ brunnescens Ztt. B 4, D 1, L 1, P 1, T 1, U 1, V 1, AII 1.
448 „ seneciella Meade. T 1.
449 „ fugax Meig. B 1, H 1.
450 „ brassicae Bouché. G 3, K 1, Z 1.
451 Phorbia spec. A 3.
452 Paregle aestiva Meig. H 1, T 1, Z 1, AI 1.
453 Chirosia parvicornis Ztt. A 3.
454 Coenosia lumilis Meig. B 1, H 1, K 2.
455 „ tigrina Fabr. K 1, W 2.
456 „ rufipalpis Macq. J 1, AII 4.
457 „ tricolor Ztt. N 1.
458 „ spec. G 1, K 2.

459 Calliphora erythrocephala Meig. K 1.
460 Tachina rustica Meig. T 1.
461 „ spec. AI 1.
462 Onesia sepulcralis Meig. G 7, H 1, K 1, Y 1, Z 1, AI 1.
463 Lucilia sericata Meig. S 1.
464 „ spec. J 1.
465 Micropeza corrigiolata L. G 1, H 1, K 4, L 2, S 1, T 11, U 8, W 2, Y 8.
466 Sarcophaga melanura Meig. G 1, Z 1.
467 „ carnaria L. A 2, G 2, K 1, L 2, Z 3.
468 „ pumila Meig. G 1.
469 „ spec. Z 1.
470 Themira putris L. N 2.
471 Spilographa abrotanis Meig. L 1.
472 Rhacodineura antiqua Meig. S 1.
473 Ptilops chalybeata Meig. A 1.
474 Meroplius stercorarius Rond. H 1.
475 Halidayella aenea Fall. G 1, K 2.
476 Herophilophaga aculeata Paud. W 1.
477 Coeromasia (Lydella) albisquama Ztt. Y 1.
478 Allophila vulgaris Fall. G 2, L 1.
479 Pelatachina tibialis Fall. G 1.
480 Scatophaga suilla Fabr. F 1, T 1.
481 „ merdaria Fabr. F 1, G 3, J 2, L 1, P 1, R 1, U 3, W 1, Y 4.
482 Sapromyza praeusta Fall. A 3, P 2.
483 „ longipennis Fabr. G 3, S 2.
484 „ rorida Fall. A 1, G 1, P 6, V 1, W 1.
485 Macromychia griseola Fall. G 1, X 1.
486 Pollenia rudis Fabr. B 1, G 2, T 1.
487 Oxyphora millaria Schrack. G 1.
488 Prosalpia silvestris Fall. A 1.
489 Pycnoglossa cinerosa Ztt. A 1.
490 Scatopsa spec. AI 1.
491 Unbestimmbar. B 1, C 1, G 2, H 3, S 2, AII 1.

Microlepidoptera.

492 Heliozela staneella F. R. G 1.
493 Nemophora swammerdamella L. J 1.
494 Adela degeerella L. G 1, J 1, P 3.
495 „ viridella Sc. G 4.
496 Hyponeumata plumbellus S. S 1.
497 Cerostoma parenthesellum L. S 1.
498 Plutella maculipennis Crt. P 1.
499 Coleophora spec. G 1.
500 Platyptilia ochrodactyla H. L 1.
501 Agyroploce lacunana Dup. T 1.
502 Epiblema tedella Cl. S 1.
503 „ foenella L. O 1.
504 Hemimene simpliciana Hw. L 1.
505 Capua favillaceana H. N 1.
506 Tortrix wahlbomiana L. N 1.
507 Pionea olivialis Schiff. S 1.
508 Unbestimmbar. A 1, F 1, G 6, K 1, L 3, P 1, S 1, V 1.

Macrolepidoptera.

509 Larentia rivata Hbn. P 1.

Untersuchungen über den Einfluß von Veronal und Gynergen auf die normale und Wasserdiurese des Hundes und des Menschen.

Von Milton Jacobs.

Die Fragestellung der vorliegenden Untersuchungen fußt auf Befunden einer Untersuchung von Jores und Kuppler (1). Jores (2) hat schon in einer Reihe früherer Arbeiten festgestellt, daß das normale Verhältnis zwischen Tag- und Nachtharn durch eine zentrale Steuerung erklärt werden müsse. Er zeigte einmal, daß die äußeren Faktoren wie Wasserzufuhr, Ernährung, wagerechte Körperlage und Schlaf nicht verantwortlich gemacht werden können und fand weiter, daß sich Störungen in dem normalen Ausscheidungsverhältnis, die wir als Nykturie bezeichnen, nicht nur bei Kreislauf- und Nierenkrankheiten finden, sondern auch bei cerebralen Erkrankungen. Jores und Kuppler (1) unternahmen es in der angeführten Untersuchung nun zu prüfen, wie weit Pharmaca in der Lage sind, die nächtliche Diuresehemmung zu unterbrechen. Sie prüften die Wirkung von Chloralhydrat, Veronal, Luminal, Gynergen, Diuretin und Urea. Es ergab sich, daß nur Veronal und Gynergen in der Lage sind, die Diuresesperre zu durchbrechen, während die übrigen Pharmaca keinen Einfluß ausüben. Aus diesen Befunden wird geschlossen, daß eine hormonale Hemmung durch

Als Sonderdruck ausgegeben am 30. April 1935.

das Hypophysenhinterlappensekret nicht vorliegen kann, denn auf Grund der Untersuchungen von Lebermann (3) sind Diuretica wie Urea und Diuretin in der Lage, die hormonale Hemmung aufzuheben. Die Verfasser sehen in den Untersuchungsergebnissen einen Beweis für die Richtigkeit der Auffassung von Jores insofern, als der Angriffspunkt des Veronal im Zwischenhirn gelegen ist und der des Gynergen nur durch eine Ausschaltung des Sympathicus bzw. der sympatischen Zentren erklärt werden kann. Diese Untersuchungsergebnisse legen die Frage nahe, wie Gynergen und Veronal auf den normalen Wasserhaushalt einwirken, ob in demselben Sinne oder ob bei der nächtlichen Umstellung besondere Verhältnisse vorliegen, die diese Wirkungen hervorrufen.

Wenn man die Literatur auf diese Frage hin durchsieht, so macht man die Feststellung, daß, soweit die in Rede stehenden Mittel überhaupt in ihrem Einfluß auf die Wasserausscheidung geprüft wurden, einmal die überwiegende Mehrzahl der Untersuchungen am Tier gemacht sind, und zum andern, daß alle Untersuchungen immer nur bei einer Wasserstoßdiurese ausgeführt wurden. Es ist bemerkenswert, daß keiner der Autoren die Frage aufwirft, ob die Wasserstoßdiurese mit der Wasserausscheidung unter physiologischen Bedingungen ohne weiteres verglichen werden kann. Uns scheint dies nicht der Fall zu sein, sondern es liegt durchaus im Bereich der Möglichkeit, daß durch die Gabe einer größeren Menge Wasser Regulationsmechanismen in Tätigkeit gesetzt werden, die bei der normalen Wasserausscheidung nicht in Tätigkeit sind. Bevor wir unsere eigenen Untersuchungen darstellen, sei hier ein kurzer Literaturüberblick gegeben.

Nach Ellinger (4) beobachtete Drasche (5) 1870, daß das Veronal eine Förderung auf die Urinsekretion ausübe. Dasselbe beobachteten Vanderlinden und de Buck (6). Epstein (7) fand am Wiener Pharmakologischen Institut bei Untersuchungen mit Kaninchen in 5 von 6 Fällen eine Förderung der Wasserausscheidung

nach Veronal. Die Tiere erhielten 50 ccm Wasser vor den Versuchen. Dieser Befund Epsteins wird von Kugel (8) bestätigt. Auch Kugel prüfte den Einfluß auf die Wasserstoßdiurese und bestätigte die Befunde von Epstein. Nur einmal bei 8 Untersuchungen fand er eine deutliche Hemmung. Nach den Untersuchungen von Buschke (9) sowie Molliter und Pick (10) wirkte Paraldehyd in demselben Sinne.

Doch bestehen auch gegenteilige Angaben. So fand Lambrechts (11), daß eine Chloralose-Narkose eine Verzögerung der Wasserausscheidung beim Hund zur Folge hatte. Walton (12) beobachtete einen hemmenden Einfluß von Amytal (Amytal ist ein Barbitursäurederivat, Isoamyläthyl-Barbitursäure). In einer weiteren Untersuchung fand der Autor nach Luminal und Paraldehyd ebenfalls eine Hemmung. In neuerer Zeit hat Marx (13) wiederum Amytal in seiner Wirkung auf die Wasserausscheidung des Hundes geprüft und fand auch einen ausgesprochen hemmenden Einfluß. Marx gab mit Magenschlauch 600 ccm Wasser und sammelte den Harn alle halbe Stunde. Nach 3 Stunden waren 261 ccm ausgeschieden. Ein anderer Hund schied nach 500 ccm Wasser und 30 mg Amytal nur 5 ccm Harn aus in 2 Stunden. Bonsmann (14) beobachtete am Hunde ebenfalls eine Hemmung mit Veronal. Frey (15) arbeitete am Hund und Kaninchen. Er fand nach einer ganzen Reihe von Narkotica (Uretan, Morphium, Chloralhydrat) beim Kaninchen keinen Einfluß, beim Hunde eine Hemmung der Diurese. Er schließt aus seinen Versuchen, daß die Narkose als solche einen hemmenden Einfluß auf die Wasserdiurese ausübt, gleichgültig, welches Narkoticum gegeben wird. Die Widersprüche in der Literatur lassen sich wohl am ehesten so erklären, daß nicht dasselbe Versuchstier verwandt wurde. Alle Autoren, die an Kaninchen arbeiteten, fanden durch Veronal keine Beeinflussung oder eine Förderung; alle, die mit Hunden arbeiteten, fanden eine Hemmung. Hund und Kaninchen verhalten sich also

in Bezug auf ihren Wasserhaushalt durchaus verschieden, und damit sind wohl auch die beim Hund und Kaninchen gewonnenen Ergebnisse nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragbar.

Beim Menschen berichtet Kleist (16) über eine Beobachtung, daß nach Veronal die nächtliche Wasserausscheidung vermehrt wurde. Hopmann (17), der bei Kreislaufkranken eine Vermehrung der Wasserausscheidung unter der Wirkung des Morphins feststellte, sah keinen derartigen Einfluß nach Veronal. In der hiesigen Klinik prüfte Hinneberg (19) einige Pharmaca auf ihren Einfluß auf die Wasserdiurese und stellte für Veronal eine geringe Hemmung fest.

Wenn wir die Literatur über den Einfluß des Gynergen auf den Wasserhaushalt durchsehen, so finden wir nicht allzu viele Angaben. Kauffmann und Kalk (20) beobachteten in 3 Fällen nach 0,5 mg Ergotamin intravenös und 150 ccm Tee halbstündlich eine Hemmung der Wasserausscheidung. Epstein injizierte bei Kaninchen 0,25 mg Gynergen alle halbe Stunde bis zu einer Gesamtmenge von 2,0 mg. Eine 2. Gruppe von Tieren erhielt die doppelte Menge. Beide Gruppen erhielten vor den Versuchen 50 ccm Wasser. Der Autor berichtet in beiden Fällen über keinen deutlichen Einfluß auf die Wasserdiurese. Ähnliche Resultate erzielte Gomes (21), der auch beim Kaninchen keine eindeutige Beeinflussung feststellen konnte. Arnstein und Redlich (22) injizierten alle 10 Minuten während 3 Stunden beim Hund 0,25 mg Ergotamin, nachdem vorher 250 ccm Wasser mittels Schlundsonde gegeben waren. Sie fanden eine deutliche Hemmung der Wasserdiurese. Die Untersuchungen lassen sich also dahin zusammenfassen, daß nur eine Beobachtung beim Menschen vorliegt, die über eine Förderung der Diurese berichtet, daß weiter die Wasserdiurese des Hundes hingegen deutlich gehemmt wird. Wir stellen auch hier wieder die verschiedenen Reaktionen von Hund und Kaninchen fest. Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß sich die gesamten

hier zitierten Untersuchungen auf die Wasserstoßdiurese beziehen.

Die eigenen Untersuchungen wurden an Hunden und an Menschen vorgenommen. Es standen uns 3 Hunde im Gewicht von 6½—8½ kg zur Verfügung. Es waren weibliche Tiere, bei denen 8 Tage vor Beginn der Versuche unter Äthernarkose eine Blasenkanüle nach dem Vorgehen des Wiener Pharmakologischen Instituts eingelegt wurde. 8 Tage nach der Operation waren die Tiere völlig munter, irgendwelche Störungen nicht zu bemerken. Die quantitative Entleerung der Blase einer vorher injizierten Menge durch die Fistel wurde geprüft und bei allen 3 Tieren in Ordnung befunden. Den Tieren stand außerhalb der Versuchszeit Wasser zur freien Verfügung. Sie erhielten während der Versuche eine reine Fleischkost. Wir unternahmen zunächst den Versuch, die normale Harnausscheidung in der Weise zu prüfen, daß wir den Harn morgens früh nüchtern während 3 Stunden alle Viertelstunde entnahmen. Es zeigte sich, daß, wenn die Tiere sich an diese Versuche gewöhnt hatten, die Wasserausscheidung außerordentlich konstant ist. Das wird durch die folgende Tabelle belegt. Die ausführlichen Versuchsprotokolle für diese wie für die später wiederzugebenden Versuche finden sich in der Anlage.

Tabelle 1.

Leer-Versuche beim Hund.

Hund I. Harnentleerung halbstündlich

2,50	Uhr	bis	3,20	Uhr	2,5 ccm
3,20	„	„	3,50	„	2,2 „
3,50	„	„	4,20	„	2,0 „
4,20	„	„	4,50	„	2,2 „
4,50	„	„	5,20	„	2,1 „
5,20	„	„	5,50	„	2,2 „
			Durchschnitt		2,2 „

Hund II. Harnentleerung alle 10 Min.

10,15 Uhr	bis	10,25 Uhr	0,2 ccm
10,25 „	„	10,35 „	0,4 „
10,35 „	„	10,45 „	0,3 „
10,45 „	„	10,55 „	0,4 „
10,55 „	„	11,05 „	0,3 „
11,05 „	„	11,15 „	0,4 „
		Durchschnitt	0,35 „

Hund III. Harnentleerung alle 10 Min.

11,25 Uhr	bis	11,35 Uhr	2,7 ccm
11,35 „	„	11,45 „	2,7 „
11,45 „	„	11,55 „	2,5 „
11,55 „	„	12,05 „	2,6 „
12,05 „	„	12,15 „	2,7 „
12,15 „	„	12,25 „	2,6 „
		Durchschnitt	2,55 „

Die ersten Untersuchungen führten wir mit Gynergen durch. Vor der Injektion wurde 1 Stunde lang der Harn gesammelt und falls in viertelstündigen Abständen annähernd gleiche Harnmengen entleert wurden, das zu prüfende Präparat injiziert. Die Tiere erhielten Gynergen in Dosen von 0,25—0,75 mg. In der Tabelle 2 sind die Versuchsergebnisse zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 2.

½ stündl. Harnmengen.

	Vor der Injektion	Nach der Injektion	Hemmung	Dosis
1.	1,5 ccm	0,8 ccm	46 %	0,5 mg
2.	3,6 „	2 6 „	27 %	0,5 „
3.	3,0 „	1,7 „	56 %	0,5 „
4.	1,0 „	0,7 „	30 %	0,25 „
5.	1,5 „	1,0 „	33 %	0,25 „
6.	3,0 „	1,0 „	66 %	0,5 „
7.	3,0 „	1,0 „	66 %	0,5 „
8.	2,0 „	1,5 „	25 %	0,75 „
9.	1,8 „	1,7 „	11 %	0,75 „

Die in der Tabelle angeführten Urinmengen wurden jeweils halbstündlich entleert. Es geht aus der Tabelle eindeutig hervor, daß durch die Injektion von Gynergen die Urinausscheidung gehemmt wird. Die Werte liegen zwischen 66 und 11 %. Wir untersuchten dann den Einfluß des Gynergens auf die Wasserstoßdiurese beim Hund. Nach einem Vorversuch mit 250 ccm Wasser per os wurden am nächsten Tage nach derselben Wassermenge 0,2 ccm Gynergen halbstündlich gegeben. Es zeigte sich auch hier eine deutliche Hemmung (s. Anlage). Da dieses Versuchsresultat mit dem der Literatur am Hund übereinstimmte (Arnstein und Redlich (22)), haben wir davon abgesehen, noch weitere Untersuchungen über diesen Punkt zu unternehmen. Wir prüften dann den Einfluß des Gynergen auf die Wasserausscheidung des Menschen. Leider sind unsere Versuche, die normale Wasserausscheidung des Menschen zu prüfen, fehlgeschlagen, da es uns nicht gelang, ohne vorherige Gabe von Wasser eine einigermaßen konstante Diurese zu erzielen. Wir unternahmen diese Untersuchungen nach vorheriger Gabe einer Standardkost und einer konstanten Flüssigkeitsmenge. Die Harnausscheidung wurde teils mit Blasenkatheter, teils mit

Ureterenkatheter halbstündlich geprüft, doch ergaben sich in den einzelnen aufgefangenen Portionen auch bei Patienten, die mit der Untersuchung vertraut waren und durch sie nicht alteriert wurden, derartige Schwankungen — zum Teil erhielten wir während einer ganzen Stunde überhaupt keinen Harn —, daß wir keine Möglichkeit sahen, die Untersuchungen in der geplanten Form durchzuführen. So blieb nichts anderes übrig, als beim Menschen die Wirkung der Mittel mittels der Wasserstoßdiurese zu prüfen. Bei Gesunden oder bei Rekonvaleszenten ohne Störungen des Wasserhaushaltes wurden in der üblichen Weise 1500 ccm Tee gegeben und die 4-Stundenmenge sowie die nach 12 Stunden ausgeschiedene Wassermenge ohne und mit Gabe von Gynergen geprüft. Die Kranken erhielten 0,5 mg Gynergen gleichzeitig mit dem Wasser. Einige klagten ½ Stunde nach der Injektion über etwas Übelkeit, doch ist es nie zum eigentlichen Erbrechen gekommen. Die Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Tabelle 3.

Harnmenge nach 4 Stunden.

0,5 mg Gynergen sub.

Pat.	Kontrolle	Nach Gynergen	Diff.	Steigerung %
Wulff	964 ccm	1120 ccm	156 ccm	16 %
Heinrichs	572 „	1533 „	961 „	168 %
Queck	672 „	1245 „	573 „	85 %
Sievert	1308 „	1558 „	250 „	19 %
Büst	1347 „	1540 „	193 „	14 %
Kubis	880 „	1700 „	820 „	93 %

Es geht aus dieser Tabelle hervor, daß das Gynergen die Wasserausscheidung fördert. Wir fanden in Fall 2 den sehr hohen Wert einer Förderung von 168 %, doch ist dieser Wert wohl dadurch bedingt, daß, obwohl es sich

um eine gesunde Versuchsperson handelt, der normale Wasserversuch sehr schlecht ausgefallen war. Es sei hier betont, daß wir uns bewußt sind, daß man in der Beurteilung des Ausfalles eines Wasserversuches beim Menschen sehr vorsichtig sein muß. Es sprechen hier viele Faktoren mit, insbesondere die sogenannte Vorperiode. Darauf haben schon zahlreiche Autoren hingewiesen. Wir sehen nur in der Tatsache, daß in den 6 Fällen jedesmal eine nicnt unbeträchtliche Steigerung der Wasserausscheidung übereinstimmend vorhanden ist, einen Beweis dafür, daß das Gynergen in der verabfolgten Dosis beim Menschen die Wasserausscheidung fördert. Diese Untersuchungen stehen im Gegensatz zu denen von Kauffmann und Kalk. Worauf dieser Widerspruch beruht, können wir nicht entscheiden. Es besteht in den Versuchen jedoch insofern ein Unterschied, als Kaufmann und Kalk das Gynergen intravenös gespritzt haben, während wir es in Analogie zu den Untersuchungen von Jores und Kuppler, die ja den Ausgangspunkt zu den hier vorliegenden Untersuchungen darstellten, subkutan gespritzt haben. Die Ergebnisse mit Gynergen können wir also dahin zusammenfassen, daß dieses Mittel beim Hund sowohl die Wasser- als auch die normale Diurese hemmt, beim Menschen die Wasserstoßdiurese fördert. Es sei schon hier darauf hingewiesen, daß dieser Befund zunächst schon insofern bemerkenswert ist, als er deutlich zeigt, daß die Untersuchungen über Verhältnisse des Wasserhaushaltes des Hundes nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse beim Menschen übertragen werden können.

Die mit derselben Methodik und Versuchsanordnung gefundenen Ergebnisse mit Veronal sind die folgenden: Beim Hund wurde das Veronal als Veronalnatrium injiziert, und zwar zunächst in einer Dosis von 40 mg pro kg. Als sich hierbei kein deutlicher Einfluß zeigte, in einer solchen von 100 mg pro kg. Den Einfluß des Veronals auf die normale Diurese des Hundes zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 4.

½ stündl. Harnmengen.

	Vor der Injektion	Nach der Injektion	% Differenz	Dosis
1.	2,1 ccm	2,0 ccm	— 9 %	40 mg
2.	8,1 „	5,7 „	— 29 %	40 „
3.	3,0 „	3,0 „	—	40 „
4.	3,0 „	3,2 „	+ 6 %	40 „
5.	0,9 „	1,2 „	+ 33 %	40 „
6.	4,5 „	5,5 „	+ 22 %	98 „
7.	0,3 „	3,0 „	+ 900 %	98 „
8.	2,7 „	5,0 „	+ 85 %	98 „
9.	2,0 „	5,0 „	+ 150 %	98 „
10.	4,0 „	10,0 „	+ 250 %	98 „

Wir sehen, daß 40 mg Veronal, in 5 Fällen gegeben, 2mal eine Verminderung, 2mal eine Vermehrung verursachten und einmal die Diurese unbeeinflußt lassen. Bei Steigerung der Dosis ergibt sich in allen Fällen eine sehr deutliche, und wie aus den ausführlichen Versuchsprotokollen hervorgeht, kurz nach der Injektion einsetzende Steigerung der Wasserausscheidung. Die Wirkung des Veronals, verabfolgt in einer Dosis von 100 mg pro kg auf die Wasserstoßdiurese war hingegen eine ganz andere. Wir prüften diese Wirkung in 3 Fällen und erhielten in allen 3 Fällen eine deutliche Hemmung.

Tabelle 5.

	Kontrolle	nach Veronal	Retention
1.	99 ccm	23 ccm	227 ccm
2.	150 „	34,5 „	215,5 „
3.	130 „	87,3 „	162,7 „

Wir haben auch hier keine weiteren Untersuchungen unternommen, weil diese Resultate in Übereinstimmung stehen mit den eingangs zitierten Untersuchungen beim Hund. Wir stellen also fest, daß die unbeeinflußte Wasserausscheidung des Hundes durch Veronal gefördert wird, die Wasserstoßdiurese hingegen gehemmt wird. Es sei noch hinzugefügt, daß in keinem der Versuche die Veronaldosis bei den Tieren Schlaf hervorrief.

Die Wirkung des Veronals auf die Wasserstoßdiurese beim Menschen wurde in derselben Weise geprüft wie die des Gynergen. Die verabfolgte Dosis betrug 0,75 g. Wir wählten diese relativ hohe Dosis in Analogie zu den Untersuchungen von Jores und Kuppler. Die Untersuchungsergebnisse finden sich zusammengefaßt in Tabelle 6.

Tabelle 6.

Harnmenge nach 4 Stunden.

0,75 Veronal. 1500 ccm Tee.

	Kontrolle	nach Veronal	Differenz
1. Neumann	951 ccm	1714 ccm	+ 763 ccm
2. Geisler	979 „	1100 „	+ 121 „
3. Neumann	771 „	937 „	+ 166 „
4. Strottmann	1332 „	1128 „	— 204 „

Wir stellen fest, daß in 4 Untersuchungen 3mal eine Förderung und einmal eine Hemmung nachzuweisen war. Die Förderung ist nur in einer Beobachtung deutlich, in den beiden übrigen dürfte sie wohl innerhalb der Versuchsfehler liegen. Wir schließen aus diesen Versuchsausfällen, daß das Veronal auf die Wasserstoßdiurese des Menschen keinen sehr deutlichen Einfluß ausübt, vielleicht im Sinne einer Förderung wirkt.

Es ist nun zu diskutieren, wie weit die gefundenen Ergebnisse als Ausdruck des zentralen Angriffspunktes der genannten Mittel anzusprechen sind. Gegen die Untersuchungen kann vor allen Dingen der Einwand erhoben werden, daß die verwandten Mittel nur die Durchblutungsgröße der Nieren ändern. Wenn wir uns zunächst dem Gynergen zuwenden, so haben wir gefunden, daß das Gynergen beim Menschen die Wasserausscheidung fördert. Das Gynergen bewirkt einen Spasmus der Gefäße. Die Tatsache der Förderung der Wasserausscheidung ist mit diesem Spasmus nicht in Übereinstimmung zu bringen. Weiter schaltet das Gynergen den Sympathicus aus. Die Untersuchungen über den Einfluß des vegetativen Nervensystems auf die Wasserausscheidung sind durchweg nicht übereinstimmend, doch schließen so gute Kenner des Wasserhaushaltes wie Ellinger (4) und Vollhardt (23) übereinstimmend aus den Untersuchungen, daß an der Tatsache, daß der Sympathicus die Wasserausscheidung hemmt, der Vagus sie fördert, wohl kaum gezweifelt werden kann. Die Förderung der Wasserausscheidung durch Gynergen beim Menschen läßt sich also durch den Fortfall der vom Sympathicus ausgeübten Hemmung unschwer erklären. Auf Grund einer Reihe von Beobachtungen, daß Gynergen z. B. im Kindesalter nach Rominger (24) Schlaf macht, daß es die Temperatur und den Grundumsatz senkt, müssen wir annehmen, daß dem Gynergen nicht nur ein peripherer, sondern auch ein zentraler Angriffspunkt zukommt. Ob die gefundenen Ergebnisse auf einer zentralen oder peripheren Hemmung des Sympathicus beruhen, soll hier nicht entschieden werden. Es ist uns nur wesentlich zu zeigen, daß auch die normale Wasserausscheidung des Menschen durch Gynergen gefördert wird. Die Verhältnisse beim Hund liegen anders. Wir vermögen die Ursache hierfür nicht klarzulegen. Es zeigt dieser Befund eben nur, daß die beim Tier gewonnenen Ergebnisse in Bezug auf den Wasserhaushalt mit denen des Menschen nicht zu vergleichen sind. Ob beim Hund

eine stärkere gefäßkontrahierende Wirkung des Präparates vorhanden ist und so die Hemmung zu erklären wäre, liegt im Bereich des Möglichen.

Bezüglich des Veronal ist es nach den Untersuchungen von Kleist bekannt, daß es die Gefäße erweitert. Nun stützt sich dieser Befund von Kleist, der immer in der Literatur zitiert wird, nur auf eine einzige Beobachtung an der überlebenden Niere eines Hundes. Kleist sah, daß unter der Wirkung von Veronal 7 ccm Blut pro Minute die Niere mehr durchströmten. Es scheint uns fraglich, ob man berechtigt ist, dieses einmalige Versuchsergebnis an einem isolierten Organ auf die Verhältnisse des Lebenden ohne weiteres zu übertragen. Insbesondere sei hier auf unsere Befunde am Hund hingewiesen. Wenn die Wirkung des Veronal auf die Wasserausscheidung nur darauf beruht, daß die Gefäße der Niere erweitert werden, ist es nicht einzusehen, warum die Diureseförderung nur in unseren Versuchen bei normaler Wasserausscheidung deutlich wurde, während in unseren Versuchen bei der Wasserstoßdiurese ein gegenteiliger Effekt eintrat. Außerdem darf man bei der Übertragung der Versuche von Kleist nicht vergessen, daß für das nach der Injektion im Blute aufgenommene Veronal eine besondere Affinität zum Zentralnervensystem besteht, daß es nicht besonders lange im Blute verweilt, sondern wie wir das aus den Untersuchungen von Keeser (25) wissen, im Zwischenhirn gespeichert wird. Wir glauben also nicht, daß die Befunde einer normalen Förderung der Diurese beim Hund auf der gefäßdilatierenden Wirkung des Veronal beruhen, weil diese Wirkung sich auch in der Wasserstoßdiurese sowohl des Menschen als auch des Hundes bemerkbar machen müßte. Da der Hauptangriffspunkt des Veronal im Zwischenhirn gelegen ist und sich im Zwischenhirn auch die Zentren des Wasserhaushaltes finden, scheint es uns sehr viel näherliegend und richtiger anzunehmen, daß die Förderung der Diurese auf einer Narkose der betreffenden Zentren des Zwischenhirns beruht.

Die Befunde von Jores und Kuppler bezüglich der Wirkung des Gynergen ließen sich bei Tage am Menschen bestätigen, die bezüglich des Veronal nicht. Das Veronal hatte in den angeführten Untersuchungen keinen deutlichen Einfluß. Wir legten uns deswegen die Frage vor, ob vielleicht in der Nacht besondere Verhältnisse vorliegen und unternahmen deshalb noch 3 Versuche an normalen gesunden Individuen unter gleichzeitiger Gabe von 0,75 mg Veronal. Die Wasserausscheidung wurde in der Zeit von 10 Uhr abends bis 10 Uhr des nächsten Morgen gemessen. Die ersten 4 Stunden hielten sich die Versuchspersonen wach, nahmen aber wagerechte Körperlage ein. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengefaßt.

Tabelle 7.

Wasserversuche in der Nacht.

4-Stunden-Mengen.

	Kontrolle	nach Veronal	Differenz
1. M. M.	850 ccm	920 ccm	+ 70 ccm
2 F. M.	1420 „	1200 „	— 220 „
3. M. J.	1500 „	1185 „	— 315 „

Es zeigt sich, daß das Veronal nur in 2 Fällen eine geringe Hemmung, in einem Falle eine geringe Förderung bewirkte. Wir glauben aber, daß auch diese gefundenen Ausschläge innerhalb der Fehlergrenze liegen. Jedenfalls ist eine Förderung, so wie sie Jores und Kuppler fanden, in keinem Falle eingetreten. Wir schließen, daß also für das Versuchsergebnis von Jores und Kuppler nicht die besonderen Verhältnisse der Nacht ausschlaggebend gewesen sein können, sondern daß Veronal offenbar ähnlich wie beim Hund nur die normale, nicht aber die Wasserstoßdiurese fördert.

Zusammenfassung.

Wir gingen bei diesen Untersuchungen von den Befunden von Jores und Kuppler aus, daß Gynergen und Veronal die nächtliche Diuresehemmung aufzuheben vermögen und legten uns die Frage vor, wie diese Pharmaca auf die normale Diurese einwirken. Wir fanden, daß das Gynergen beim Hund normale wie Wasserstoßdiurese hemmt, beim Menschen hingegen die Wasserstoßdiurese fördert. Das Veronal bewirkt eine Förderung der normalen Wasserausscheidung des Hundes, eine Hemmung der Wasserstoßdiurese des Hundes und beim Menschen keine eindeutige Beeinflussung der Wasserstoßdiurese. Die Befunde bezüglich des Gynergen stehen also in Übereinstimmung mit denen von Jores und Kuppler, die Befunde in Bezug auf das Veronal nicht, doch glauben wir nicht, daß die Wasserausscheidung nach Gabe von größeren Wassermengen mit der normalen Wasserausscheidung ohne weiteres gleichgesetzt werden kann. Die Tatsache, daß die Wasserstoßdiurese des Menschen durch Veronal nicht beeinflußt wurde, läßt u. E. nicht den Schluß zu, daß das Veronal also keinen Einfluß auf die Wasserausscheidung hat. Das wird besonders klar durch unsere Versuchsergebnisse beim Hund, bei dem wir unter den Bedingungen der Wasserstoßdiurese und der normalen Wasserausscheidung sogar direkt entgegengesetzte Effekte erzielten. Da es uns nicht gelang, beim Menschen eine einigermaßen konstante Wasserausscheidung ohne vorherige Gabe von Wasser zu erzielen, so ist uns zur Zeit noch nicht möglich, die Frage zu entscheiden ob dieselben Verhältnisse, wie wir sie beim Hund fanden, auch für den Menschen bezüglich der Wirkung des Veronal Geltung haben. Die Untersuchungsbefunde von Jores und Kuppler, die ja auch die normale Wasserausscheidung betreffen, legen diesen Schluß nahe. Wir können also die Untersuchungsbefunde von Jores und Kuppler bestätigen.

Darüber hinaus hat unsere Untersuchung 2 interessante Ergebnisse gezeitigt, auf die noch einmal hinge-

wiesen sei. Einmal zeigte sich sehr deutlich, daß die Verhältnisse des Wasserhaushaltes beim Hund und beim Menschen durchaus nicht miteinander identisch sind und also Versuchsergebnisse, die bei Hunden wie überhaupt bei Tieren gefunden werden, nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse beim Menschen übertragen werden können. Das andere Versuchsergebnis scheint uns besonders bemerkenswert, nämlich die Tatsache, daß die Wasserstoßdiurese anderen Gesetzen folgt wie die normale Diurese. Wir betonen diesen Befund, weil die Durchsicht der Literatur immer wieder zeigt, daß fast alle Fragen des Wasserhaushaltes mittels der Wasserstoßdiurese geprüft und untersucht worden sind und weil noch von keiner Seite darauf hingewiesen wurde, daß die Wasserstoßdiurese und die Ausscheidung der Flüssigkeit unter physiologischen Verhältnissen nicht miteinander gleichgesetzt werden können.

Leer-Versuche beim Hund.

Hund I. Harnentleerung halbstündlich.

2,50	Uhr	bis	3,20	Uhr	2,5 ccm
3,20	„	„	3,50	„	2,2 „
3,50	„	„	4,20	„	2,0 „
4,20	„	„	4,50	„	2,2 „
4,50	„	„	5,20	„	2,1 „
5,20	„	„	5,50	„	2,2 „
		Durchschnitt			2,2 „

Hund II. Harnentleerung alle 10 Min.

10,15	Uhr	bis	10,25	Uhr	0,2 ccm
10,25	„	„	10,35	„	0,4 „
10,35	„	„	10,45	„	0,3 „
10,45	„	„	10,55	„	0,4 „
10,55	„	„	11,05	„	0,3 „
11,05	„	„	11,15	„	0,4 „
		Durchschnitt			0,35 „

Hund III. Harnentleerung alle 10 Min.

11,25 Uhr	bis	11,35 Uhr	2,7	ccm
11,35 „	„	11,45 „	2,7	„
11,45 „	„	11,55 „	2,5	„
11,55 „	„	12,05 „	2,6	„
12,05 „	„	12,15 „	2,7	„
12,15 „	„	12,25 „	2,6	„
		Durchschnitt	2,55	„

ANHANG.

Gynergen-Versuche an Hunden.

Normale Diurese. Kein Wasser.

Nr.	Zeit					Menge		Bemerkung
1.	10,25	Uhr	bis	10,35	Uhr	0,5	ccm	
	10,35	„	„	10,45	„	0,5	„	0,5 mg Gyn. sub.
	10,45	„	„	10,55	„	0,3	„	
	10,55	„	„	11,05	„	0,2	„	
	11,05	„	„	11,15	„	0,3	„	
	11,15	„	„	11,25	„	0,4	„	
	11,25	„	„	11,35	„	0,5	„	
2.	4,40	Uhr	bis	4,50	Uhr	1,2	ccm	
	4,50	„	„	5,00	„	1,2	„	0,5 mg Gyn.
	5,00	„	„	5,10	„	0,9	„	
	5,10	„	„	5,20	„	0,9	„	
	5,20	„	„	5,30	„	0,8	„	
	5,30	„	„	5,40	„	1,0	„	
	5,40	„	„	5,50	„	1,0	„	
3.	4,45	Uhr	bis	4,55	Uhr	1,0	ccm	
	4,55	„	„	5,05	„	1,0	„	0,5 mg Gyn.
	5,05	„	„	5,15	„	0,4	„	
	5,15	„	„	5,25	„	0,5	„	
	5,25	„	„	5,35	„	0,8	„	
	5,35	„	„	5,45	„	0,9	„	
4.	9,50	Uhr	bis	10,20	Uhr	1,0	ccm	
	10,20	„	„	10,50	„	1,0	„	0,25 mg Gyn.
	10,50	„	„	11,20	„	0,7	„	
	11,20	„	„	11,50	„	0,7	„	
	11,50	„	„	12,20	„	1,0	„	
	12,20	„	„	12,50	„	0,9	„	
	12,50	„	„	1,20	„	1,0	„	
5.	2,20	Uhr	bis	2,50	Uhr	1,5	ccm	
	2,50	„	„	3,20	„	1,5	„	0,25 mg Gyn.
	3,20	„	„	3,50	„	1,0	„	
	3,50	„	„	4,20	„	0,9	„	
	4,20	„	„	4,50	„	1,3	„	
	4,50	„	„	5,20	„	1,5	„	

6.	2,20 Uhr	bis	2,50 Uhr	3,0	ccm	
	2,50 „	„	3,20 „	2,5	„	0,5 mg Gyn.
	3,20 „	„	3,50 „	1,0	„	
	3,50 „	„	4,20 „	1,0	„	
	4,20 „	„	4,50 „	1,5	„	
	4,50 „	„	5,20 „	2,0	„	
7.	9,00 Uhr	bis	9,30 Uhr	1,5	ccm	
	9,30 „	„	10,00 „	1,5	„	0,5 mg Gyn.
	10,00 „	„	10,30 „	0,9	„	
	10,30 „	„	11,00 „	0,8	„	
	11,00 „	„	11,30 „	1,0	„	
	11,30 „	„	12,00 „	1,5	„	
8.	9,30 Uhr	bis	10,00 Uhr	2,0	ccm	
	10,00 „	„	10,30 „	2,0	„	0,75 mg Gyn.
	10,30 „	„	11,00 „	1,5	„	
	11,00 „	„	11,30 „	1,5	„	
	11,30 „	„	12,00 „	1,8	„	
	12,00 „	„	12,30 „	2,0	„	
9.	8,30 Uhr	bis	9,00 Uhr	1,5	ccm	
	9,00 „	„	9,30 „	2,0	„	0,75 mg Gyn.
	9,30 „	„	10,00 „	1,6	„	
	10,00 „	„	10,30 „	1,8	„	
	10,30 „	„	11,00 „	1,9	„	
	11,00 „	„	11,30 „	2,0	„	

10. Wasserstoßdiurese, 250 ccm Wasser per os, 0,1 mg Gyn. halbstündlich.

9,50 Uhr	bis	10,20 Uhr	19,3	ccm	Inj.
10,20 „	„	10,50 „	15,8	„	„
10,50 „	„	11,20 „	6,0	„	„
11,20 „	„	11,50 „	3,1	„	„
11,50 „	„	12,20 „	2,9	„	„
12,20 „	„	12,50 „	1,0	„	„
12,50 „	„	1,20 „	0,5	„	„
			48,6	ccm	

Gynergen-Versuche an Menschen.

1500 ccm Tee, 0,5 mg Gyn. subcutan.

1. Kontroll-Versuch.
Wulff.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	10 ccm	—
7 „	16 „	—
7½ „	43 „	1018
8 „	131 „	1006
8½ „	115 „	1005
9 „	350 „	1001
9½ „	238 „	1004
10 „	68 „	1014
	964 ccm	
12 „	115 „	1019
14 „	100 „	1020
16 „	110 „	1020
18 „	115 „	1020
	1410 ccm	

2. Wasserstoßdiurese mit Gynergen.
Wulff.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	35 ccm	—
7 „	32 „	—
7½ „	85 „	1006
8 „	172 „	1003
8½ „	215 „	1002
9 „	323 „	1001
9½ „	175 „	1005
10 „	93 „	1007
	1120 ccm	
12 „	293 „	1006
14 „	318 „	1009
16 „	123 „	1013
18 „	68 „	1018
	1932 ccm	

3. Kontroll-Versuch.
Heinrichs.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	78 ccm	1018
7 „	47 „	1013
7½ „	255 „	1003
8 „	40 „	1013
8½ „	40 „	1013
9 „	43 „	1013
9½ „	38 „	1012
10 „	31 „	1014
	572 ccm	
12 „	110 „	1016
14 „	95 „	1018
16 „	84 „	1020
18 „	95 „	1022
	966 ccm	

4. Wasserstoßdiurese mit Gynergen.
Heinrichs.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	320 ccm	1005
7 „	360 „	1002
7½ „	345 „	1002
8 „	212 „	1001
8½ „	87 „	1006
9 „	102 „	1005
9½ „	55 „	1009
10 „	52 „	1010
	1533 ccm	
12 „	90 „	1015
14 „	90 „	1015
16 „	150 „	1016
18 „	80 „	1020
	1943 ccm	

5. Kontroll-Versuch.
Queck.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	55 ccm	1019
7 „	150 „	1007
7½ „	135 „	1002
8 „	121 „	1002
8½ „	53 „	1008
9 „	55 „	1006
9½ „	65 „	1005
10 „	48 „	1007
	672 ccm	
12 „	193 „	1004
14 „	135 „	1011
16 „	110 „	1016
18 „	80 „	1020
	1190 ccm	

6. Wasserstoßdiurese mit Gynergen.
Queck.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	70 ccm	1011
7 „	150 „	1003
7½ „	210 „	1001
8 „	250 „	1002
8½ „	190 „	1001
9 „	190 „	1001
9½ „	110 „	1003
10 „	75 „	1005
	1245 ccm	
12 „	210 „	1010
14 „	150 „	1013
16 „	190 „	1014
18 „	110 „	1013
	1965 ccm	

7. Kontroll-Versuch.
Sievert.

Zeit		Menge		Sp. Gew.
6½	Uhr	—	ccm	—
7	„	175	„	1006
7½	„	230	„	1001
8	„	252	„	1001
8½	„	305	„	1003
9	„	210	„	1003
9½	„	68	„	1013
10	„	68	„	1013
		1308	ccm	
12	„	215	„	1015
14	„	212	„	1012
16	„	140	„	1020
18	„	130	„	1020
		2005	ccm	

8. Wasserstoßdiurese mit Gynergen.
Sievert.

Zeit		Menge		Sp. Gew.
6½	Uhr	160	ccm	1007
7	„	300	„	1001
7½	„	250	„	1002
8	„	194	„	1002
8½	„	342	„	1001
9	„	144	„	1003
9½	„	108	„	1005
10	„	100	„	1011
		1558	ccm	
12	„	70	„	1020
14	„	72	„	1017
16	„	144	„	1015
18	„	90	„	1021
		1934	ccm	

9. Kontroll-Versuch.
Büst.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	37 ccm	—
7 „	280 „	1001
7½ „	410 „	1001
8 „	420 „	1001
8½ „	90 „	1005
9 „	60 „	1006
9½ „	35 „	—
10 „	15 „	1020
	1347 ccm	

10. Wasserstoßdiurese mit Gynergen.
Büst.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	15 ccm	—
7 „	150 „	1006
7½ „	380 „	1004
8 „	420 „	1004
8½ „	300 „	1002
9 „	130 „	1002
9½ „	100 „	1003
10 „	45 „	1006
	1540 ccm	

11. Kontroll-Versuch.
Kubis.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	30 ccm	—
7 „	130 „	1006
7½ „	350 „	1001
8 „	170 „	1003
8½ „	70 „	1007
9 „	40 „	1013
9½ „	63 „	1010
10 „	30 „	1015
	880 ccm	

12. Wasserstoßdiurese mit Gynergen.
Kubis.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	22 ccm	—
7 „	150 „	1006
7½ „	350 „	1001
8 „	390 „	1003
8½ „	340 „	1005
9 „	330 „	1004
9½ „	60 „	1010
10 „	58 „	1016
	1700 ccm	

Veronal-Versuche.

An Hunden.

1. Flockie.

Zeit					Menge	
9,50	Uhr	bis	10,00	Uhr	0,7	
10,00	"	"	10,10	"	0,75	1,0 ccm sub.
10,10	"	"	10,20	"	0,8	
10,20	"	"	10,30	"	0,7	
10,30	"	"	10,40	"	0,5	1,0 ccm sub.
10,40	"	"	10,50	"	0,9	
10,50	"	"	11,00	"	1,0	

2. Grete.

Zeit					Menge	
11,25	Uhr	bis	11,35	Uhr	2,7	
11,35	"	"	11,45	"	2,7	1,3 ccm sub.
11,45	"	"	11,55	"	2,0	
11,55	"	"	12,05	"	3,0	
12,05	"	"	12,15	"	2,7	
12,15	"	"	12,25	"	2,6	

3. Flockie.

Zeit					Menge	
9,00	Uhr	bis	9,10	Uhr	1,0	
9,10	"	"	9,20	"	1,0	1,0 ccm sub.
9,20	"	"	9,30	"	1,1	
9,30	"	"	9,40	"	0,9	
9,40	"	"	9,50	"	1,0	
9,50	"	"	10,00	"	0,8	
10,00	"	"	10,10	"	1,0	

4. Grete.

Zeit					Menge	
8,30	Uhr	bis	8,40	Uhr	1,0	
8,40	"	"	8,50	"	1,0	1,3 ccm sub.
8,50	"	"	9,00	"	1,0	
9,00	"	"	9,10	"	1,2	
9,10	"	"	9,20	"	1,2	
9,20	"	"	9,30	"	1,1	

5. Anni.

Zeit					Menge	
8,30	Uhr	bis	8,40	Uhr	0,3	
8,40	„	„	8,50	„	0,3	1,3 ccm sub.
8,50	„	„	9,00	„	0,5	
9,00	„	„	9,10	„	0,4	
9,10	„	„	9,20	„	0,3	
9,20	„	„	9,30	„	0,3	

6. Flockie.

Zeit					Menge	
8,30	Uhr	bis	9,00	Uhr	4,5	
9,00	„	„	9,30	„	5,5	3,0 ccm sub.
9,30	„	„	10,00	„	18,5	
10,00	„	„	10,30	„	17,5	
10,30	„	„	11,00	„	10,5	
11,00	„	„	11,30	„	7,0	

7. Grete.

Zeit					Menge	
9,00	Uhr	bis	9,30	Uhr	0,3	
9,30	„	„	10,00	„	0,3	2,0 ccm sub.
10,00	„	„	10,30	„	3,0	
10,30	„	„	11,00	„	2,0	
11,00	„	„	11,30	„	1,8	
11,30	„	„	12,00	„	1,0	
12,00	„	„	12,30	„	0,5	

8. Grete.

Zeit					Menge	
9,00	Uhr	bis	9,30	Uhr	2,5	
9,30	„	„	10,00	„	3,0	2,0 ccm sub.
10,00	„	„	10,30	„	5,0	
10,30	„	„	11,00	„	5,0	
11,00	„	„	11,30	„	3,0	
11,30	„	„	12,00	„	2,0	

9. Anni.

		Zeit			Menge	
8,30	Uhr	bis	9,00	Uhr	2,0	
9,00	„	„	9,30	„	2,0	2,0 ccm sub.
9,30	„	„	10,00	„	5,0	
10,00	„	„	10,30	„	4,8	
10,30	„	„	11,00	„	3,5	
11,00	„	„	11,30	„	2,6	
11,30	„	„	12,00	„	2,0	
12,00	„	„	12,30	„	2,0	

10. Flockie.

		Zeit			Menge	
8,30	Uhr	bis	9,00	Uhr	4,0	
9,00	„	„	9,30	„	4,0	3,0 ccm sub.
9,30	„	„	10,00	„	10,2	
10,00	„	„	10,30	„	10,0	
10,30	„	„	11,00	„	8,6	
11,00	„	„	11,30	„	5,2	
11,30	„	„	12,00	„	4,2	
12,00	„	„	12,30	„	4,0	

Veronal-Versuche.

An Hunden.

1. Flockie, nur 250 ccm Wasser per os.

1,30	Uhr	bis	2,00	Uhr	10,0 ccm
2,00	„	„	2,30	„	17,0 „
2,30	„	„	3,00	„	25,0 „
3,00	„	„	3,30	„	15,0 „
3,30	„	„	4,00	„	17,0 „
4,30	„	„	4,30	„	15,0 „
					99,0 ccm

2. Flockie, 250 ccm Wasser, 3,0 ccm Ver.

1,30 Uhr bis 2,00 Uhr	3,0 ccm
2,00 „ „ 2,30 „	4,0 „
2,30 „ „ 3,00 „	7,0 „
3,00 „ „ 3,30 „	2,0 „
3,30 „ „ 4,00 „	3,0 „
4,00 „ „ 4,30 „	4,0 „
	23,0 ccm

3. Anni, nur 250 ccm Wasser per os.

1,30 Uhr bis 2,00 Uhr	22,0 ccm
2,00 „ „ 2,30 „	45,0 „
2,30 „ „ 3,00 „	35,0 „
3,00 „ „ 3,30 „	28,0 „
3,30 „ „ 4,00 „	10,0 „
4,00 „ „ 4,30 „	10,0 „
	150,0 ccm

4. Anni, 250 ccm Wasser, 2,0 ccm Ver.

1,30 Uhr bis 2,00 Uhr	4,0 ccm
2,00 „ „ 2,30 „	6,0 „
2,30 „ „ 3,00 „	8,0 „
3,00 „ „ 3,30 „	6,2 „
3,30 „ „ 4,00 „	6,0 „
4,00 „ „ 4,30 „	4,3 „
	34,5 ccm

5. Grete, nur 250 ccm Wasser per os.

1,30 Uhr bis 2,00 Uhr	18,0 ccm
2,00 „ „ 2,30 „	64,0 „
2,30 „ „ 3,00 „	25,0 „
3,00 „ „ 3,30 „	15,0 „
3,30 „ „ 4,00 „	5,0 „
4,00 „ „ 4,30 „	3,0 „
	130,0 ccm

6. Grete, 250 ccm Wasser, 2,0 ccm Ver.

1,30	Uhr	bis	2,00	Uhr	25,0 ccm
2,00	„	„	2,30	„	36,0 „
2,30	„	„	3,00	„	15,0 „
3,00	„	„	3,30	„	4,0 „
3,30	„	„	4,00	„	3,8 „
4,00	„	„	4,30	„	3,5 „
					87,3 ccm

Veronal-Versuche.

Am Menschen.

1. Neumann, 1500 ccm Tee.

Zeit		Menge		Sp. Gew.
6½	Uhr	88	ccm	1015
7	„	315	„	1002
7½	„	315	„	1002
8	„	203	„	1005
8½	„	80	„	1010
9	„	65	„	1011
9½	„	45	„	1017
10	„	40	„	1016
		951	ccm	
12	„	200	„	1013
14	„	180	„	1012
16	„	55	„	1022
18	„	65	„	1024
		1651	ccm	
		151	ccm	Überschuß

2. Neumann, 1500 ccm Tee, 0,5 g Ver.

Zeit		Menge		Sp. Gew.
6½	Uhr	174	ccm	1006
7	„	350	„	1004
7½	„	360	„	1001
8	„	370	„	1001
8½	„	250	„	1003
9	„	90	„	1010
9½	„	60	„	1013
10	„	60	„	1016
		1714	ccm	
12	„	70	„	1021
14	„	50	„	1021
16	„	50	„	1028
18	„	65	„	1027
		1949	ccm	
		449	ccm	Überschuß

3. Geisler, 1500 ccm Tee.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	23 ccm	—
7 „	63 „	1008
7½ „	295 „	1001
8 „	320 „	1001
8½ „	70 „	1005
9 „	70 „	1004
9½ „	53 „	1010
10 „	85 „	1010
	979 ccm	
12 „	68 „	1015
14 „	82 „	1019
16 „	68 „	1020
18 „	41 „	1025
	1238 ccm	
	262 ccm Retention	

4. Geisler, 1500 ccm Tee, 0,5 g Ver.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	21 ccm	—
7 „	130 „	1003
7½ „	270 „	1001
8 „	255 „	1001
8½ „	210 „	1002
9 „	110 „	1010
9½ „	68 „	1007
10 „	36 „	1012
	1100 ccm	
12 „	86 „	1020
14 „	45 „	1022
16 „	63 „	1022
18 „	65 „	1022
	1359 ccm	
	141 ccm Retention	

5. Neumann, 1500 ccm Tee.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	82 ccm	1010
7 „	144 „	1004
7½ „	230 „	1002
8 „	85 „	1007
8½ „	55 „	1010
9 „	65 „	1008
9½ „	60 „	1012
10 „	50 „	1013
	771 ccm	
12 „	140 „	1013
14 „	100 „	1016
16 „	65 „	1015
18 „	105 „	1016
	1181 ccm	
	319 ccm Retention	

6. Neumann, 1500 ccm Tee, 0,75 g Ver.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	110 ccm	1011
7 „	190 „	1002
7½ „	202 „	1001
8 „	180 „	1002
8½ „	100 „	1002
9 „	77 „	1009
9½ „	35 „	1012
10 „	43 „	1013
	937 ccm	
12 „	70 „	1016
14 „	110 „	1018
16 „	110 „	1017
18 „	105 „	1018
	1332 ccm	
	168 ccm Retention	

7. Strottmann, 1500 ccm Tee.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	140 ccm	1007
7 „	320 „	1001
7½ „	340 „	1001
8 „	210 „	1002
8½ „	72 „	1002
9 „	170 „	1008
9½ „	70 „	1004
10 „	8 „	1010
	1332 ccm	
12 „	160 „	1012
14 „	60 „	1014
16 „	150 „	1012
18 „	100 „	1015
	1802 ccm	
	302 ccm Überschuß	

8. Strottmann, 1500 ccm Tee, 0,75 g Veronal.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
6½ Uhr	120 ccm	1010
7 „	285 „	1001
7½ „	330 „	1001
8 „	162 „	1002
8½ „	100 „	1007
9 „	60 „	1010
9½ „	41 „	1012
10 „	30 „	1013
	1128 ccm	
12 „	85 „	1015
14 „	110 „	1017
16 „	120 „	1019
18 „	155 „	1017
	1598 ccm	
	98 ccm Überschuß	

Veronal-Nacht-Versuche.

Am Menschen.

9. M. Maaß, 1500 ccm Tee.

Zeit					Menge	Sp. Gew.
22,00	Uhr	bis	0,00	Uhr	450 ccm	1008
0,00	„	„	2,00	„	400 „	1007
					850 ccm	
2,00	„	„	7,30	„	280 „	1017
7,30	„	„	10,00	„	100 „	1023
					1230 ccm	
					270 ccm Retention	

10. M. Maaß, 1500 ccm Tee, 0,75 g Veronal.

Zeit					Menge	Sp. Gew.
22,00	Uhr	bis	0,00	Uhr	750 ccm	1006
0,00	„	„	2,00	„	170 „	1010
					920 ccm	
2,00	„	„	7,30	„	150 „	1022
7,30	„	„	10,00	„	120 „	1023
					1190 ccm	
					310 ccm Retention	

11. F. Maaß, 1500 ccm Tee.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
22,00 Uhr bis 0,00 Uhr	620 ccm	1008
0,00 „ „ 2,00 „	800 „	1006
	1420 ccm	
2,00 „ „ 7,30 „	200 „	1016
7,30 „ „ 10,00 „	200 „	1015
	1820 ccm	
	320 ccm Überschuß	

12. F. Maaß, 1500 ccm Tee, 0,75 g Veronal.

Zeit	Menge	Sp. Gew.
22,00 Uhr bis 0,00 Uhr	520 ccm	1005
0,00 „ „ 2,00 „	680 „	1003
	1200 ccm	
2,00 „ „ 7,30 „	162 „	1019
7,30 „ „ 10,00 „	300 „	1012
	1562 ccm	
	62 ccm Überschuß	

13. M. J., 1500 ccm Tee.

Zeit						Menge	Sp. Gew.
22,00	Uhr	bis	0,00	Uhr		790 ccm	
0,00	„	„	2,00	„		710 „	
						1500 ccm	
2,00	„	„	7,30	„		140 „	
7,30	„	„	10,00	„		90 „	
						1730 ccm	
						230 ccm	Überschuß

14. M. J., 1500 ccm Tee, 0,75 g Veronal.

Zeit						Menge	Sp. Gew.
22,00	Uhr	bis	0,00	Uhr		775 ccm	1005
0,00	„	„	2,00	„		410 „	1005
						1185 ccm	
2,00	„	„	7,30	„		210 „	1016
7,30	„	„	10,00	„		220 „	1012
						1615 ccm	
						115 ccm	Überschuß

Literatur.

1. Kuppler, Werner: Inaugural-Diss. Univ. Rostock, „Untersuchungen über die Ursache der nächtlichen Diuresehemmung“ (1934).
2. Jores, A.: Die Urineinschränkung in der Nacht. Dtsch. Arch. klin. Med. 175, 2. Bd. 244 (1933).
3. Lebermann: Z. exper. Med. 61, 228, 1928.
4. Ellinger: Bethe-Bergmann: Handb. d. norm. und pathol. Physiologie.
5. Drasche: Bethe-Bergmann: Handbuch d. norm. und pathol. Physiologie, Bd. 4. Ellinger: Absonderung des Harns. Phar. u. Tox. d. Niere (1929).
6. Vanderlinden und de Buck: Arch. Internat. Pharmarca-Dynamie I, 431 (1895).
7. Epstein: Arch. f. exper. Pathol. 142, 227, 1929.
8. Kugel: Hypnotika und Diurese. Arch. exp. Pathol. 142, 166 (1929).
9. Buschke: Arch. f. exper. Path. 136, 43 (1928).
10. Mollitor und Pick: Arch. exper. Path. 107, 180—185 (1925).
11. Lambrechts: Modifications sanguines et fonctionnement renal au cours de la narkose au chloralose chez le chien. Clin. Med. Univ. Liege (1933).
12. Walton, R.: Effect on Kidney-function of ether, ethylene, ethylene and sodium, isoamyl-ethyl barbiturate and avertin. Univ. School of Med. New Orleans. Dep. of Pharm. Tulane. Arch. Internat. Berichte über ges. Pharmaca u. Physiol. 76, 162, 1934.
13. Marx, H.: Effect of Amytal on Excretion of Water. Journ. of Pharmacol., 41, 481, 1931.
14. Bonsmann: Schlafmittel und Diurese beim Hund. Arch. exper. Pathol. 156, 160, 1930.
15. Frey: Der Mechanismus der Salz- und Wasserdiurese. Z. eper. Pathol. 14, 66, 1906.
16. Kleist, P.: Ueber die physiologische Wirkung des Veronals. Die Therapie der Gegenwart 6, 354, 1904.

17. Hopmann: Dtsch. Arch. klin. Med. 107, 582, 1928.
18. Hinneberg: Diss. Rostock 1934 „Untersuchungen über den Einfluß von Schlafmitteln auf die Diurese".
20. Kauffmann und Kalk: Ztschr. f. d. ges. exper. Med. 36, 344, 364 (1923, H. 4/6). Die Wirkung von Ergotamin auf Wasser- und Kochsalzdiurese.
21. Gomes, A.: Innervacao Renal e Secrecao Urinaria. Imprensa Nacional de Lisboa. 1928.
22. Arnstein u. Redlich: Arch. f. exper. Pathol. 97, 15, 1923.
23. Vollhardt: Mohr-Stehelin, Handb. d. inn. Medizin.
24. Rominger: Klin. Wschr. 11, 1096, 1934.
25. Keeser: Arch. exp. Path. 127, 230. 1928.



24-Stundenschwankungen des Gehaltes an Melanophorenhormon in Blut und Hypophyse.

Von Ernst Jäkel.

Schon seit langer Zeit ist die Tatsache bekannt, daß der menschliche und tierische Organismus in seinen Lebensäußerungen gewissen Schwankungen unterworfen ist, die sich vornehmlich im 24-Stundenrhythmus vollziehen. So weisen — um nur einige Beispiele zu nennen — Urinmenge, Blutzucker, Puls, Blutdruck, Temperatur und Grundumsatz solche Schwankungen auf, von denen der Rhythmus der Temperatur am längsten bekannt ist. Man suchte nun nach den Ursachen für diese Tages- und zum Teil auch jahreszeitlichen Schwankungen, fand auch einige Erklärungen, erkannte aber, daß sie mit zum Teil noch unbekannten Faktoren zusammenhängen müssen.

Es gelang A. Jores, einen Faktor zu finden, der mit den oben aufgezeigten physiologischen Rhythmen offenbar in Beziehung steht. Er fand nämlich in noch z. Zt. unveröffentlichten Versuchen, daß das Melanophorenhormon bei intraventrikulärer Injektion einen Abfall der Temperatur und einen Anstieg des Blutzuckers beim Kaninchen bewirkt.

Neuere Untersuchungen von Holmquist haben nun ergeben, daß es den 24-Stundenrhythmen entsprechende

Schwankungen des Adrenalingehaltes im Blute gibt. Der Gehalt des Blutes an Adrenalin erreicht um 4 Uhr nachmittags sein Maximum und nachts um 4 Uhr sein Minimum.

Auf Grund dieser Tatsachen war es naheliegend festzustellen, ob es nicht auch Tagesschwankungen im Blute an Melanophorenhormon gibt. Solche Schwankungen können schon mit großer Wahrscheinlichkeit theoretisch angenommen werden, da nach den Befunden von Jores und Schroff der Gehalt der Hypophyse an Melanophorenhormon sich mit dem Eintritt der Dunkelheit ändert. Diese Änderung ist besonderer Natur insofern, als bei Extraktion der Hypophyse mit Kochsalzlösung die Dunkelheit einen Abfall des Hormons zur Folge hat, bei solcher mit Natronlauge sich ein Anstieg findet. Auf die Bedeutung und Erklärung dieser Befunde hat A. Jores kürzlich hingewiesen. Es sei hier auf die diesbezügliche Mitteilung verwiesen. Mit dem Eintritt der Dunkelheit sinkt also der Gehalt der Hypophyse an aktiver Substanz ab und steigt an inaktiver Substanz ziemlich steil an. (Siehe auch die in diesen Abhandlungen erschienene Arbeit von Schroff.) Außerdem hatte A. Jores bereits früher festgestellt, daß der Melanophorenhormongehalt des Blutes von Kaninchen, die sich einige Zeit im Dunkeln aufgehalten hatten, höher war als der von Helltieren. Diese Befunde müssen bei den vorliegenden Untersuchungen, die sich mit der Frage der 24-Stundenschwankungen des Hormons beschäftigen, berücksichtigt werden. Es gilt zu prüfen, ob es unabhängig von diesen mit dem Wechsel von Licht und Dunkelheit typischen Schwankungen noch einen weiteren Rhythmus gibt. Die Methode war die folgende:

Im Abstande von 4—6 Stunden wurde in Rekonvaleszenz befindlichen Patienten je 10 ccm Blut aus der Armvene entnommen, und zwar früh um 10 Uhr, mittags 4 Uhr, abends 10 Uhr und nachts um 4 Uhr. Das Blut wurde mit reichlich Aceton ausgefällt und abfiltriert. Der Rückstand getrocknet, ergibt eine bröckelige Masse, die

sich leicht mit dem Mörser zu einem Pulver verreiben läßt. Dieses Pulver wurde mit 1/4 %iger Essigsäure aufgekocht und filtriert. Das Filtrat wurde nun in verschiedener Verdünnung auf fertig präparierte Froschrückenhautstückchen einwirken lassen in der von A. Jores angegebenen Weise. Als Vergleich diente eine alkalisch extrahierte Standardlösung. Nach etwa 1 Stunde konnte mittels eines Mikroskops festgestellt werden, bis zu welcher Verdünnung noch eben eine positive Reaktion der Melanophoren zu erkennen war. Die Menge des im jeweiligen Extrakt enthaltenen Hormons, gemessen an der abgelesenen Verdünnung, wurde auf die jeweilige Standardreaktion — da ja jede Froschhaut verschieden empfindlich ist — bezogen und umgerechnet auf 1 Liter Blut. So war es möglich, vergleichbare Werte in Melanophoreneinheiten zu erhalten (A. Jores). A. Jores hatte bereits früher Vorversuche in diesem Sinne in den Sommermonaten angestellt. Sie hatten folgendes Ergebnis:

Zeiten der Entnahme	Melanophoreneinheiten pr. Liter Blut			i. D.
	1	2	3	
10 Uhr	0,75	0,54	0,5	0,59
16 „	1,23	1,08	0,4	0,9
22 „	0,84	0,78	0,9	0,84
4 „	1,23	1,23	1,4	1,28

Aus der Tabelle geht hervor, daß der Hauptgipfel um 4 Uhr früh liegt. Während in 2 Versuchen ein deutlicher Gipfel um 16 Uhr vorhanden ist, verschwindet er beim 3. Versuch. Der 16-Uhr-Gipfel scheint überhaupt keine Konstanz zu besitzen, was auch aus den folgenden Versuchen zu ersehen ist, bei denen er nicht mehr nachweisbar war.

Die weiteren Versuche wurden zu einer anderen Jahreszeit gemacht; sie zeigten höhere absolute Werte. Es

kam aber in dieser Arbeit nur auf die Schwankungen des Gehaltes an Melanophorenhormon an, so daß diese Abweichung, die zum Teil jahreszeitlich bedingt sein kann, zum andern Teil in dem schwankenden Verhalten der Frösche zu suchen ist, nicht beachtet zu werden braucht. Die oben angeführten Versuche wurden daher gesondert behandelt. Die neuen Versuche erfuhren außerdem noch eine Erweiterung insofern, als ein Teil des Extraktes aus den oben angeführten Gründen mit 0,1 ccm n/Na OH pro ccm Lösung versetzt wurde.

Da als sicher anzunehmen ist, daß die inaktive Vorstufe auch eine physiologische Bedeutung hat, haben wir die Extrakte des Blutes auch mit Na OH aufgekocht. In der folgenden Tabelle geben wir die Versuchsergebnisse von Untersuchungen am Menschen wieder. In der 1. Tabelle findet sich die Extraktion mit Essigsäure, in der 2. die nach Behandeln der essigsauren Extrakte mit Natronlauge.

Werte von Extrakten mit Essigsäure.
Zahlen in M.E.

Datum	Menschenversuch	Zeiten der Entnahme			
		10 h	16 h	22 h	4 h
30. 1. 34.	1	0,4	0,6	0,3	1,2
13. 2. 34.	2	10,0	10,0	8,0	12,0
20. 2. 34.	3	3,96	3,3	1,32	1,98
22. 2. 34.	4	6,0	3,0	4,0	16,0
27. 2. 34.	5	4,0	2,0	2,0	3,0
27. 2. 34.	6	5,0	1,5	2,0	2,5
2. 3. 34.	7	0,8	3,0	8,0	3,0
	i. D.	4,3	3,3	3,6	5,6

Die essigsauren Extrakte ergaben, wie oben erwähnt, den 16-Uhr-Gipfel nicht, dagegen den 4-Uhr-Gipfel deutlich. Der 4-Uhr-Gipfel zeigte überhaupt die größte Konstanz.

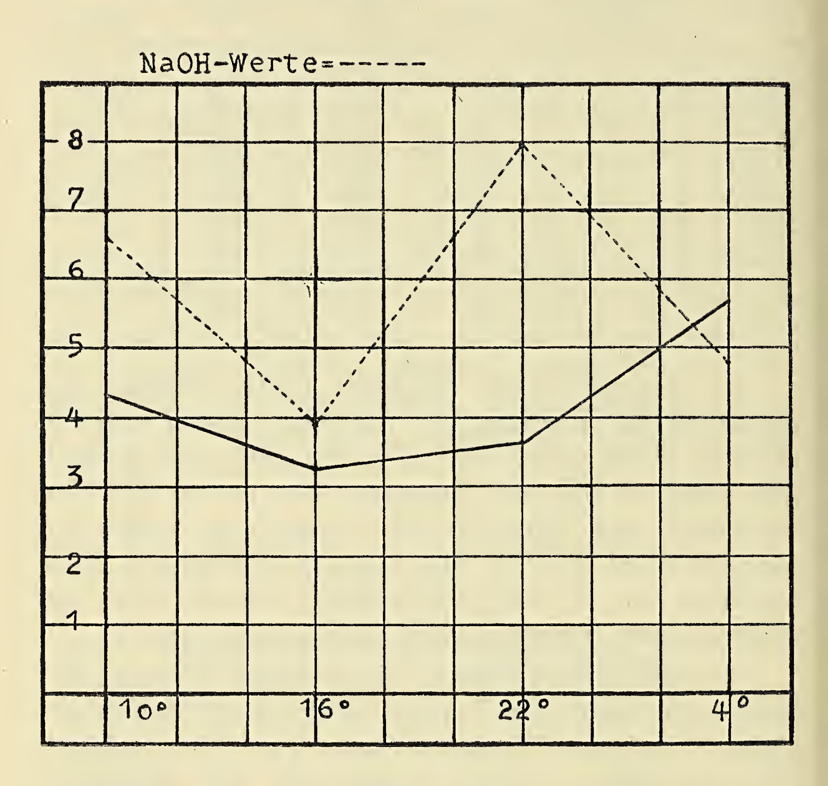
Werte von Extrakten mit NaOH.
Zahlen in M.E.

Datum	Menschen-versuch	Zeiten der Entnahme 10 h	16 h	22 h	4 h
30. 1. 34.	1	0,4	1,2	0,4	0,6
13. 2. 34.	2	12,0	6,0	10,0	12,0
20. 2. 34.	3	2,64	2,64	1,32	1,98
22. 2. 34.	4	12,0	8,0	16,0	8,0
27. 2. 34.	5	7,5	4,0	10,0	5,0
27. 2. 34.	6	7,5	4,0	10,0	1,0
2. 3. 34.	7	4,0	2,0	8,0	5,0
	i. D.	6,5	3,9	7,9	4,8

Das Ergebnis dieses Versuches ist das folgende: Bei Extraktion des Hormons mit Essigsäure finden sich die höchsten Werte nachts um 4 Uhr und auch noch morgens früh gegen 10 Uhr, der niedrigste Wert um 16 Uhr. Die Ergebnisse nach Extraktion mit Natronlauge zeigen den höchsten Wert um 10 Uhr und den niedrigsten Wert wiederum um 16 Uhr. Die Resultate werden durch die folgende Kurve veranschaulicht. (Siehe Seite 156.)

Aus der Kurve können wir folgendes ersehen: Zur Zeit des Minimums um 16 Uhr und des Maximums des aktiven Hormons ist inaktives Hormon im Blut praktisch nicht vorhanden, also das gesamte im Blut befindliche Hormon liegt in der aktiven Form vor, während zu den andern Zeiten um 10 Uhr und um 22 Uhr der Gehalt an inaktivem Hormon den an aktivem Hormon erheblich übersteigt. Das für die Funktion wohl maßgebende aktive Hormon weist also entsprechend der theoretischen Erwartung und offenbar auch ziemlich unabhängig von dem Eintritt der Dunkelheit (s. z. B. die vorher angeführten Untersuchungen in den Sommermonaten) einen regelmäßigen Kurvenverlauf mit einem Maximum um 4 Uhr früh auf.

Es war weiter wichtig nachzusehen, ob der Gehalt der Hypophyse an Melanophorenhormon auch Schwankungen unterliegt. Diese Untersuchungen wurden an der weißen Maus durchgeführt.



Bezüglich des Gehaltes an Adrenalin stellte Möllerström fest, daß der Gehalt der Nebenniere an Adrenalin in der Nacht geringer ist als am Tage. Um nun die Verhältnisse für das Melanophorenhormon zu klären, bedienten wir uns folgender Methode:

Zur Verwendung gelangten durchschnittlich 15—18 g schwere Mäuse mit einem durchschnittlichen Hypophysengewicht von 1,13 mg. Wieder in demselben, oben schon erwähnten Zeitabstand von 6 Stunden, also um 10, 16, 22 und 4 Uhr wurde bei je 4 Tieren die Hypophyse ent-

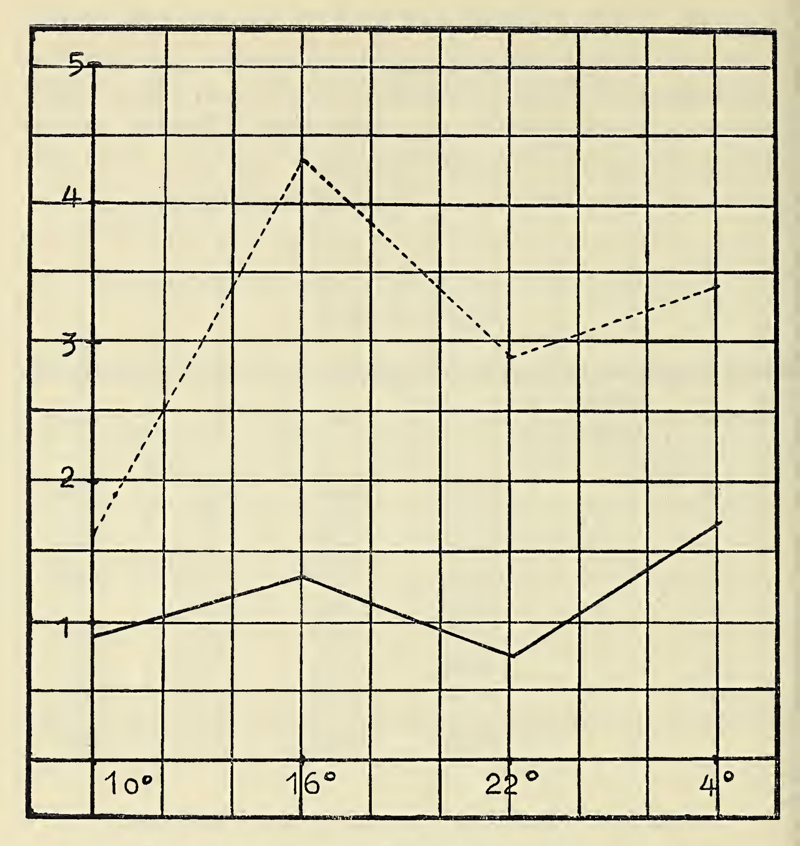
nommen. Davon wurden je 2 in je 1 ccm aqua dest. und 2 in n/10 NaOH extrahiert und aufgekocht. Von dem so gewonnenen Extrakt wurden, wie oben erwähnt, Verdünnungsreihen angesetzt und die positive Wirkung auf die Melanophoren der Froschrückenhaut abgelesen. Das Ergebnis der aqua dest.-Extraktion zeigt die folgende Tabelle:

Werte von Extrakten mit aqua dest.
Zahlen in M.E.

Datum	Mäuse-versuch	10 h	16 h	22 h	4 h
2. 2. 34.	1	0,011	0,004	0,011	0,005
3. 2. 34.	2	0,012	0,008	0,011	0,003
9. 2. 34.	3	0,005	0,004	0,003	0,008
6. 3. 34.	4	0,013	0,007	0,004	0,006
21. 3. 24	5	0,005	0,015	0,006	—
22. 3. 34.	6	0,009	0,012	0,024	0,036
23. 3. 34.	7	0,009	0,026	0,008	0,015
27. 3. 34.	8	0,009	0,029	0,003	0,045
	i. D.	0,009	0,013	0,0075	0,017

Werte von Extrakten mit NaOH.
Zahlen in M.E.

Datum	Mäuse-versuch	10 h	16 h	22 h	4 h
2. 2. 34.	1	0,21	0,8	0,8	0,8
3. 2. 34.	2	0,24	0,6	0,01	0,05
9. 2. 34.	3	0,15	0,33	0,06	0,18
6. 3. 34.	4	0,05	0,15	0,18	0,3
21. 3. 34.	5	0,05	0,45	0,13	—
22. 3. 34.	6	0,15	0,33	0,27	0,2
23. 3. 34.	7	0,15	0,19	0,26	0,23
27. 3. 34.	8	0,25	0,59	0,65	0,59
	i. D.	0,16	0,43	0,29	0,34



Bei Betrachtung der Versuchsergebnisse, wie sie in der Durchschnittskurve zum Ausdruck kommen, können wir zunächst feststellen, daß der Gehalt der Hypophyse an aktiver Substanz mit den Verhältnissen, wie wir sie im Menschenblut festgestellt haben, parallel läuft. Nur der Gehalt an inaktivem Hormon verhält sich anders als bei den Menschenuntersuchungen festgestellt wurde insofern, als wir hier das Maximum um 16 Uhr gefunden haben. Dieses Maximum dürfte sich wohl aus der Abhängigkeit von den Veränderungen des Lichtes erklären. Wie aus der Tabelle hervorgeht, sind die Versuche zum größten Teil Anfang Februar, zum kleineren Teil Ende März gemacht worden. In den Februarversuchen liegt das Maximum

eindeutig um 16 Uhr. Das erklärt sich aus der Tatsache, daß um diese Zeit die Dämmerung bzw. Dunkelheit eingetreten war. In den Märzversuchen findet sich schon eine gewisse Verschiebung. In der Durchschnittkurve kommt der starke 16-Uhr-Gipfel der Februarversuche zum Ausdruck.

Wir dürfen also aus den Untersuchungen schließen, daß die theoretische Erwartung, die wir an sie geknüpft haben, sich bestätigt hat. Es finden sich im Blut wie in der Hypophyse regelmäßige Schwankungen im Verlaufe von 24 Stunden an Melanophorenhormon. Das Maximum liegt um 4 Uhr, das Minimum um 16 Uhr. Die Schwankungen zeigen einen dem Adrenalingehalt des Blutes entgegengesetzten Verlauf.

Literatur.

Jores, A.: Z. exp. Med. 87, 266, 1933.
Klin. Wschr. 1934, II, 1269.
Ergebn. inn. Med. 48, 1935.

Holmquist: Z. exp. Med. 43, 370, 1934.
Pfl. Arch. 1934.

Inhalt.

Seite

Caesar, K. G.: Ueber die Wirkungen des Melanophorenhormons am Froschauge 1

Schroff, Gaston: Hormonale Verschiebung in Hypophyse und Auge mit dem Wechsel zwischen Licht und Dunkelheit 6

Hsin, C. S.: Zur Kenntnis einiger Blattwespen . . . 13

v. Hayek, H.: Die Arterien als Stütz- und Halteorgane 19

Springensgut, Walter: Physiologische und ökologische Untersuchungen über extraflorale Nektarien und die sie besuchenden Insekten 31

Jacobs, Milton: Untersuchungen über den Einfluß von Veronal und Gynergen auf die normale und Wasserdiurese des Hundes und des Menschen 111

Jäkel, Ernst: 24-Stundenschwankungen des Gehaltes an Melanophorenhormon in Blut und Hypophyse 151

Für den Inhalt der Arbeiten sind die Autoren allein verantwortlich

---

Verzeichnis der in den Sitzungen der Naturforschenden und Medizinischen Gesellschaft gehaltenen Vorträge.

Sitzung am 10. 1. 35 im Zoologischen Institut:
Schlottke: Untersuchungen über die Verdauungsfermente von Limulus.

Sitzung am 24. 1. 35 im Anatomischen Institut.
In memoriam Dietrich Barfurth:
von Hayek: Die Arterien als Stütz- und Halteorgane.

Sitzung am 7. 2. 35 im Hygienischen Institut:
Cruse und Schubert: Versuche über den quantitativen spektral-analytischen Bleinachweis in Organen und Körperflüssigkeiten.

Sitzung am 4. 4. 35 in der Medizinischen Klinik:
Böhme: Zur Physiologie des Herzens, insbesondere in seiner Funktion als Saugpumpe.

Sitzung am 25. 4. 35 im Physiologischen Institut:
Wachholder: Vergleichende Untersuchungen über Bewegungs- und Haltungsmuskulatur.

Sitzungsberichte und Abhandlungen

der

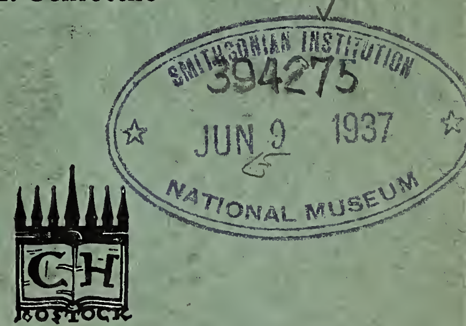
Naturforschenden Gesellschaft zu Rostock

Dritte Folge — Band VI 1936

Organ der Naturforschenden und Medizinischen Gesellschaft zu Rostock

Im Auftrage der Gesellschaft herausgegeben von

E. Schlottke



Carl Hinstorffs Verlag · Rostock
1936



SITZUNGSBERICHTE UND ABHANDLUNGEN

DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT ZU ROSTOCK

DRITTE FOLGE — BAND VI 1936

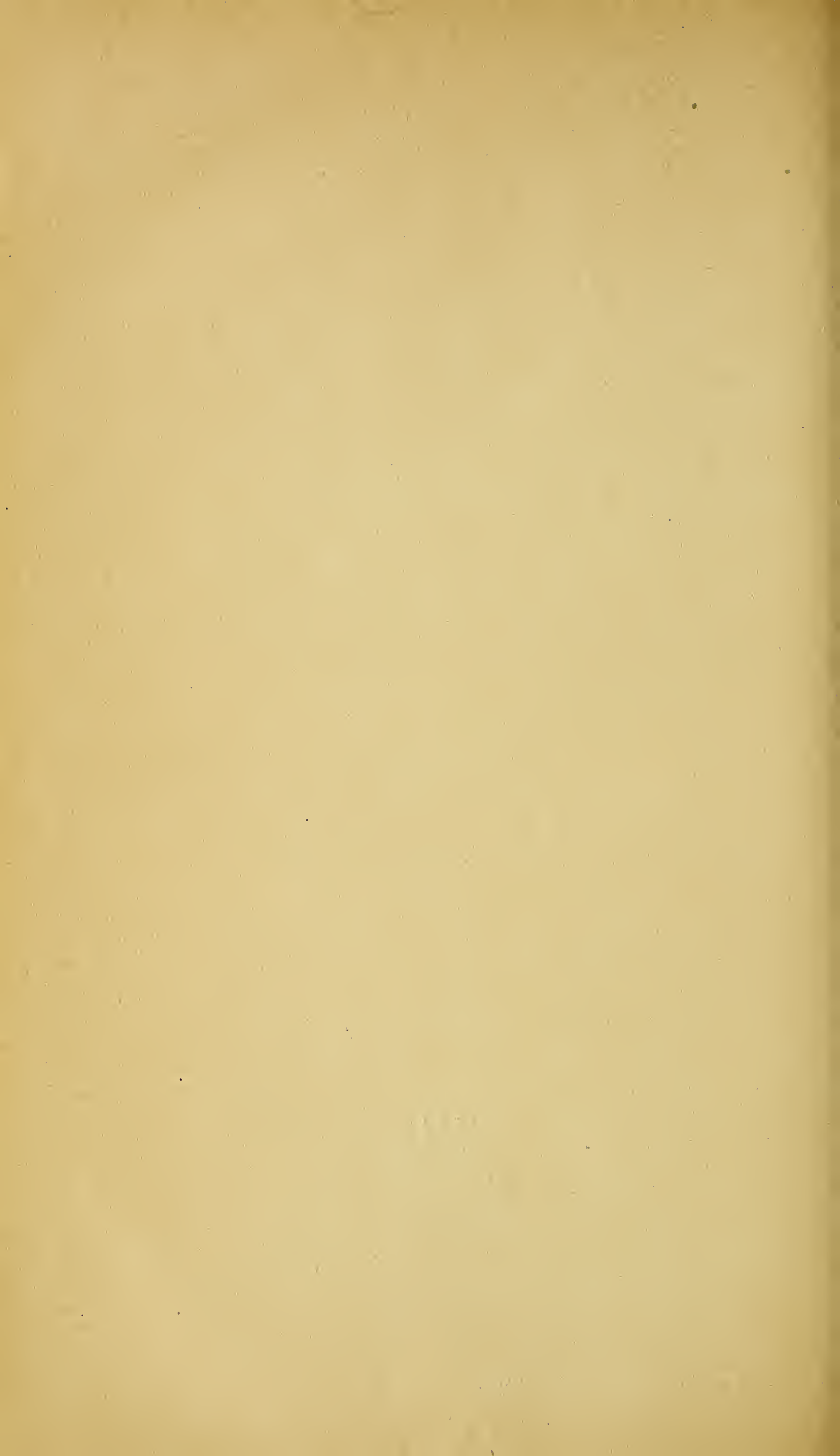
ORGAN DER NATURFORSCHENDEN UND MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT ZU ROSTOCK

IM AUFTRAGE DER GESELLSCHAFT
HERAUSGEGEBEN VON

E. SCHLOTTKE



CARL HINSTORFFS VERLAG / ROSTOCK 1936



Untersuchungen über die histologischen Aenderungen der Nebennieren infantiler weißer Mäuse

unter der Wirkung des aus dem Blutserum von Hochdruckkranken gewonnenen corticotropen Hormons.

Von **Hans-Erich Freitag**, Wismar.

Die ersten Befunde, die für eine Bedeutung der Hypophyse in der Genese des Hochdrucks sprechen, stammen von pathologisch-anatomischer Seite. Es war Berblinger und kurze Zeit später ein Schüler von ihm, Hoeppli, die darauf hinwiesen, daß in der Hypophyse von Kranken mit Nephrosklerose die basophilen Zellen eine deutliche Vermehrung aufwiesen. Diese Befunde wurden in der Folgezeit von verschiedenen Seiten bestätigt, so von Kraus und Traube, wie in der letzten Zeit von Ahlström, Marcano und Meessen. Kraus stellte andererseits fest, daß in Zuständen von Hypotonie, d. h. in erster Linie beim Morbus Addison, die basophilen Zellen eine deutliche Verminderung aufwiesen. Diese Befunde, die also eindeutig für eine Beziehung der basophilen Zellen des Vorderlappens zu der Blutdruckregulation sprechen, erfahren nun durch die interessanten Befunde von Cushing eine weitere wesentliche Stütze. Cushing beschrieb im Jahre 1932 ein heute nach ihm benanntes Krankheitsbild. Die wichtigsten Symptome sind eine Fettsucht, die sich auf den Stamm beschränkt, deutliche Striae, plethorisches Aussehen (hypophysäre Plethora, Jamin) und eine sehr konstante Hypertonie. Da sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle, soweit sie zur Obduktion gekommen sind, ein basophiles Adenom in der Hypophyse fand, stellt dieses

Krankheitsbild eine weitere Stütze dar für die Auffassung einer Beziehung zwischen Hypophyse und Hochdruck.

Theoretisch sind für diese Beziehungen zwei Möglichkeiten gegeben. Sie werden in einer kürzlich von Bauer erschienenen Arbeit klar auseinander gesetzt. Der Einfluß der Hypophyse auf den Blutdruck kann nämlich einmal direkt und zweitens indirekt sein. Die direkte Wirkung müßte eine Folge der Überproduktion des vasopressorischen Hinterlappensprinzips darstellen. Diese Möglichkeit wird z. B. von Cushing insbesondere für die Erklärung des Hochdruckes bei Eklampsie angenommen. Zur Stützung dieser Auffassung weist Cushing darauf hin, daß bei Eklampsie eine basophile Infiltration des Hinterlappens besonders häufig gefunden wird.

Doch ist diese Auffassung von Cushing nicht unwidersprochen geblieben. Es läßt sich heute ein klares Urteil über die Bedeutung der Zellinfiltration des Hinterlappens noch nicht fällen (Berblinger). Weiter könnte man zur Stützung dieser Auffassung an die Befunde von Anselmino und Hoffmann erinnern, die bei Eklamptischen eine offenbar mit dem vasopressorischen Prinzip identische Substanz nachweisen konnten. Doch geht aus den Untersuchungen von Theobald hervor, daß diese Substanz mit dem vasopressorischen Hypophysenprinzip nicht identisch sein kann.

Die weitere Möglichkeit für eine Beeinflussung des Blutdruckes durch die Hypophyse kann indirekter Natur sein über das corticotrope und adrenalotrope Hormon. Für diese Möglichkeit sprechen eine ganze Reihe von Befunden, z. B. die Tatsache, daß sich gerade beim Morbus Cushing immer eine Hypertrophie der Nebennierenrinde findet, die auch in vielen Fällen von Hypertonie anderer Ätiologie nicht selten zu beobachten ist. Der Zusammenhang wäre dann der, daß die Hypophyse die Nebennierentätigkeit stimuliert und durch Überproduktion von Adrenalin eine Hypertonie entsteht. Bauer hält diese Möglichkeit für sehr viel wahrscheinlicher als die oben skizzierte.

Nun ist es vor kurzem Jores gelungen, in dem Blut von drei Patienten mit Morbus Cushing eine Substanz nachzuweisen, die eine Vergrößerung der Nebennieren der infantilen Maus hervorruft und sich in vieler Hinsicht so verhält wie das corticotrope Hormon. In Fortsetzung dieser Untersuchungen konnte Jores

weiter feststellen, daß sich dieselbe Substanz auch in dem Blut von anderen Kranken mit Hochdruck nachweisen läßt. Eine erste Zusammenfassung dieses Materials stammt von Zimmer, einem Schüler von Jores.

Es ist von größter Wichtigkeit festzustellen, ob diese in dem Blutserum von Hochdruckkranken nachweisbare Substanz mit dem corticotropen Hormon identisch ist. Zur Prüfung dieser Frage hat mir Herr Dozent Dr. A. Jores die Aufgabe gestellt, die feineren histologischen Änderungen der Nebennieren der infantilen Mäuse, die mit einem entsprechenden Serumextrakt von Hochdruckkranken behandelt waren, genauer zu studieren und zu prüfen, ob sie in allen Punkten den Änderungen, wie sie sich durch Injektion mit corticotropem Hormon erzielen lassen, entsprechen.

Bevor ich zu meinen eigenen Untersuchungen komme, ist es notwendig, die Befunde, die Schurian bei der Behandlung infantiler Mäuse mit ocrticotropem Hormon aus dem Hypophysenvorderlappen erzielte, zu schildern. 24 Stunden nach einer zweimaligen Injektion trat eine Gewichtsvermehrung auf, die nach Jores und Beck ausgedrückt wird in dem Quotienten

$$\frac{\text{Nebennierengewicht in mgr}}{\text{Körpergewicht in gr}} \cdot 100$$

Dieser Quotient beträgt beim normalen Tier 20,0 und erhöht sich beim mit corticotropen Hormon behandelten Tier auf 30,0. Durch Projektion von Serienschnitten und Ausschneiden der verschiedenen Zonen konnte Schurian feststellen, daß die Vergrößerung lediglich die Zona fasc. der Nebennierenrinde betrifft. Die von ihr gefundenen Zahlen betrugen im Durchschnitt:

	Glom.	Fasc.	Ret.
1. normal	7,4	30,2	4,6 g
2. nach Behandlung mit corticotropem Hormon	8,4	48,8	4,9.

Es zeigt sich also eine stärkere Gewichtszunahme der Zona fasciculata und eine etwas schwächere der glomerulosa. Das prozentuale Verteilungsverhältnis der einzelnen Zonen auf das Gesamtgewicht der Nebennierenrinde verschiebt sich wie folgt:

	Glom.	Fasc.	Ret.
1. normal	18 %	70 %	11 %
2. bei den mit Hormon behandelten Tieren	13 %	78 %	8 %.

Des weiteren stellte Schurian fest, daß diese Zunahme der Fasc. eine echte Hyperplasie ist, denn die Zahl der Kerne pro Gesichtsfeld ändert sich bei behandelten und unbehandelten Tieren nicht. Kernteilungsfiguren waren nicht zu sehen, hingegen fiel eine bessere Durchblutung auf. Weiter zeigte die Fettverteilung charakteristsische Änderungen. An Sudanpräparaten fiel eine starke Zunahme des Fettes in der Zona fasc. auf und bei Betrachtung in dem Polarisationsmikroskop wurde festgestellt, daß die Lipoide sich in der Zona fasc. nicht wie beim normalen Tier in feinster Verteilung, sondern in sehr groben Schollen finden. Diese Änderungen sind für die Wirkungen des corticotropen Hormons als charakteristisch zu bezeichnen.

Die eigenen Untersuchungen wurden mit Serumextrakten angestellt, die auf folgende Weise hergestellt waren:

Das Serum wurde von Blut von Patienten mit Hypertonie gewonnen. Insgesamt wurde das Blut von 8 Patienten verarbeitet. Die wichtigsten klinischen Daten faßt die folgende Tabelle zusammen:

Tabelle I.

Name	Diagnose	RR	Gew.	Testtiere NNGew.	Quotient.
L. Kös.	Hypertonie Dekompensation	180/140	8,6	2,4	27,8
A. Bil.	Apoplexie	185/115	9,5	2,9	30,5
W. Stie.	Meningitis	150/105	9,5	3,0	31,5
A. Se.	Hypertonie Apoplexie	190/100	8,4	2,5	29,7
Dubisky	Sek. Schrumpfniere Urämie	205/110	7,4	2,1	28,3
Kött.	Apoplexie	220/110	10,5	3,1	29,4
R. Klin.	Apoplexie	280/130	6,45	2,3	35,6
R. Bal.	Apoplexie	165/100	8,25	2,3	29,7

Nach der Entnahme wurde das Blut der spontanen Gerinnung überlassen, nachdem sich das Serum abgesetzt hatte, dieses ab-

pipettiert und durch Zusatz von Sulfosalicylsäure enteiweißt. Die Filtration von den eiweißfreien Bestandteilen wurde in einem Ultrafiltrierapparat mit einfacher Filterauflage vorgenommen. Das Filtrat wurde nochmals auf Eiweißfreiheit geprüft und evtl. noch einmal filtriert. Dann wurde die Lösung neutralisiert und auf dem Wasserbad auf die Hälfte eingeengt. Von dieser Lösung erhielt eine Gruppe von 5 infantilen Mäusen im Gewicht von 8—10 g 0,05 ccm pro Gramm des Gruppendurchschnittes injiziert. Die Injektionen erfolgten intraperitonial. Jedes Tier erhielt 2 Injektionen im Abstand von 6 Stunden. 24 Stunden nach der ersten Injektion wurden die Tiere getötet. Die Nebennierengewichte wurden nach der Methode von Jores und Beck ermittelt und der Quotient entsprechend berechnet. Die diesbezüglichen Zahlen finden sich in Tabelle I aufgeführt. Die Nebennieren wurden dann in 5 %iges Formalin eingelegt. Die eine Nebenniere eines Tieres wurde zur Anfertigung von Serienschnitten verwandt und die andere Nebenniere zur Anfertigung von Fettfärbungen. Zur Anfertigung der Serienschnitte wurde die Nebenniere in Paraffin eingebettet und dann in 7-μ-Schnitte zerlegt. Insgesamt ergab eine Nebenniere etwa 80 Schnitte, von denen wurden 25 verarbeitet, nachdem sich in einer Kontrolle gezeigt hatte, daß bei der Verarbeitung von 50 Serienschnitten sich das Endergebnis nicht mehr wesentlich ändert. Die Verarbeitung geschah wie folgt: Die Schnitte wurden kräftig mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt. Dann zeichneten sich die verschiedenen Zonen schon bei schwacher Vergrößerung sehr deutlich voneinander ab. Mittels eines kleinen Projektionsapparates wurden die Schnitte nun bei schwacher Vergrößerung auf weißes Papier projiziert und die verschiedenen Zonen mit dem Bleistift nachgezeichnet. Diese Zeichnungen wurden dann ausgeschnitten und die verschiedenen Zonen der Nebenniere gemeinsam gewogen. Es gelangte gutes Papier zur Verwendung, das immer dieselbe Dicke aufweist. Es ist dasselbe Papier, das auch Schurian zu ihren Versuchen verwandt hat, so daß die absoluten Zahlen, die ich erhielt, mit denen von Schurian verglichen werden konnten.

Zur Fettfärbung wurde die andere Nebenniere gefriergeschnitten und mit Sudan- bzw. Nilblau gefärbt. Der Fettgehalt wurde im Vergleich zu normalen Schnitten geschätzt und je nach seiner Stärke

in 3 Stufen, von 1 + bis 3 + bezeichnet. Die Nilblauausschnitte wurden mit dem Polarisationsmikroskop untersucht und auch hier der Gehalt an Lipoiden in verschiedenen Graden gekennzeichnet.

Die Ergebnisse sind die folgenden: Die Tabelle II zeigt die Gewichte der einzelnen Zonen der Nebennieren nach Injektion mit Serumextrakt.

Tabelle II.

	Glom.	Fasc.	Ret.
	g	g	g
	1,32	6,48	1,30
	1,08	6,58	0,60
	1,32	7,67	0,79
	1,14	6,57	0,95
	1,09	6,67	0,91
	0,96	6,69	0,82
	0,86	7,34	0,62
	0,92	6,94	0,79
i. D.	1,08	6,86	0,84

Die einzelnen Zahlen dieser Tabelle bedeuten das Gewicht der in Papier ausgeschnittenen Rindenzonen von 25 Schnitten. Wenn wir diese Zahlen mit den Werten der Untersuchung von Schurian in Beziehung setzen, so ergibt sich das Folgende:

Tabelle III.

	Glom.	Fasc.	Ret.
Normale NN.	0,92	3,77	0,57
Mit corticotropem Hormon behandelte NN.	1,06	7,10	0,60
Mit Serumextrakt behandelte N.N.	1,08	6,86	0,84

Die Tabelle läßt erkennen, daß alle Zonen der Nebenniere unter der Wirkung des Extraktes sich vergrößert haben, die Zona fasc. jedoch ganz überwiegend. Eine gewisse Vergrößerung weisen auch Zona glom. und Zona ret. auf. Letzterer Umstand könnte evtl. auf den Gehalt des Serums an gonadotropem Hormon bezogen werden; doch ist dies sehr unwahrscheinlich, da wir, um diese Möglichkeit

auszuschließen, den Serumextrakt beim Einengen auf 100° brachten. Das gonadotrope Hormon ist jedoch nicht hitzebeständig. Wenn man das Verteilungsverhältnis der einzelnen Zonen untereinander ausrechnet, so ergibt sich in der Norm nach den Befunden von Schurian ein Verhältnis wie

18 : 71 : 11

Bei den mit corticotropem Hormon behandelten Tieren fand Schurian das Verhältnis

13 : 78 : 8

In meinen Versuchen ergab sich jetzt:

12 : 78 : 10

Es zeigt sich eine nahezu völlige Übereinstimmung, nur die schon sich aus den absoluten Werten ergebende Tatsache einer geringfügigen Verbreiterung auch der Zona ret. findet auch in den Verhältniszahlen ihren Ausdruck.

Die histologische Untersuchung der Fettfärbungen hatte folgendes Ergebnis:

Im normalen Schnitt sieht man in der Zona glom. gelegentlich mit Sudan gefärbte Zellen, während die Zona fasc. sehr reich an diesen Zellen ist und meistens als tief rot gefärbte Zone imponiert. Die Zona ret. weist beim normalen Tier nie einen Fettgehalt auf. Die Nebennieren von mit dem Serumextrakt behandelten Tieren wiesen nun ein völlig verändertes Bild auf. Die Fettinfiltration der Zona glom. hatte erheblich zugenommen. Nur hin und wieder zeigten sich fettfreie Zellen in unregelmäßiger Anordnung. Die Zona fasc. erschien als eine nahezu homogen rot gefärbte Zone. Die Fettinfiltration erstreckte sich bis an die Grenze zur Zona ret. Diese selbst erwies sich auch als überwiegend fettfrei, doch traf ich gelegentlich immer auf Schnitte, in denen sich auch in der Zona ret. Fettpartien fanden.

Die Untersuchung auf anisotrope Lipoide wurde mit einem Mikroskop unter Aufsatz einer von Zeiß gelieferten Polarisationseinrichtung an mit Nilblau gefärbten Gefrierschnitten vorgenommen. Die Zellbilder waren in allen Schnitten eindeutig und übereinstimmend. Die normale Nebenniere läßt, wie sie Schurian schon be-

schrieben hat, in der Zona fasc. sehr fein verteilte doppeltbrechende Substanzen erkennen. Die Ret. zeigt keine doppeltbrechenden Substanzen, die Glom. nur sehr vereinzelt. In den Nebennieren der mit Serumextrakt behandelten Tiere fanden sich Zona glom. und ret. ebenfalls frei von doppeltbrechenden Substanzen, hingegen war in der Zona fasc. eine völlig andere Lagerung dieser Substanzen zu erkennen. Während diese im normalen Schnitt sich nahezu völlig homogen und gleichmäßig verteilen, fanden sich in den Nebennieren der mit Extrakt behandelten Tiere grobe Lipoidschollen von manchmal sternähnlichem Aussehen. Daß es sich um wirklich optisch aktive Substanzen handelte, ließ sich durch das Glimmerblättchen nachweisen. Es wurde noch weiter geprüft, ob die Vergrößerung der Zona fasc. auf einer echten Zellhyperplasie beruht oder nur auf einer Quellung. Zu diesem Zwecke wurden zunächst Zellzählungen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigt die folgende Tabelle IV:

Tabelle IV.

Zahl der Zellkerne der Zona fasc. pro Gesichtsfeld.

a) Normaltier.

88	75	78	82	87	
89	87	79	88	91	
79	84	75	89	97	
87	91	74	82	89	i. D. 84,3
79	80	92	78	93	
82	78	85	91	81	

b) mit Serum behandeltes Tier.

96	78	101	98	96	
80	84	96	100	76	
79	89	77	97	84	
98	102	87	97	83	i. D. 92,6
78	87	93	100	97	
84	77	85	99	86	

Sie lassen erkennen, daß die Kernzahlen innerhalb eines bestimmten Gesichtsfeldes eine geringe Vermehrung bei behandelten Tieren erkennen lassen. Wir dürfen also sagen, daß die Vergrößerung der

Zona fasc. auf einer echten Zellvermehrung beruht. Auffallend war auch hier, daß Mitosen nicht zu sehen waren. Des weiteren habe ich noch die Frage geprüft, ob diese Gewichtszunahme der Gesamtnebennieren nicht zum Teil doch auf einer Zunahme an Flüssigkeit beruht, da es ja immerhin erstaunlich erschien, wie ein Organ innerhalb von 24 Stunden um die Hälfte an Gewicht zunahm. Zu diesem Zwecke wurden Trockenbestimmungen durchgeführt. Es wurden 4 normale und 4 durch Seruminjektionen vergrößerte Nebennieren in einem bis zu $^1/_{10}$ mg genau gewogenen Wägegläschen in den Thermostaten gestellt und bei einer Temperatur von etwa 80° bis zur Konstanz getrocknet. Es ergab sich, daß in 2 derartigen mit je 4 Nebennieren durchgeführten Versuchen im Durchschnitt bei normalen Nebennieren ein Gewichtsverlust von 60 % und bei den vergrößerten Nebennieren ein solcher von 40 % eintrat. Hieraus ist ersichtlich, daß die Gewichtszunahme nicht auf einer Wasserzunahme sondern auf einer echten Substanzzunahme beruht. Die Nebennieren werden sogar nach Vorbehandlung mit dem Extrakt wasserärmer und substanzreicher als vorher.

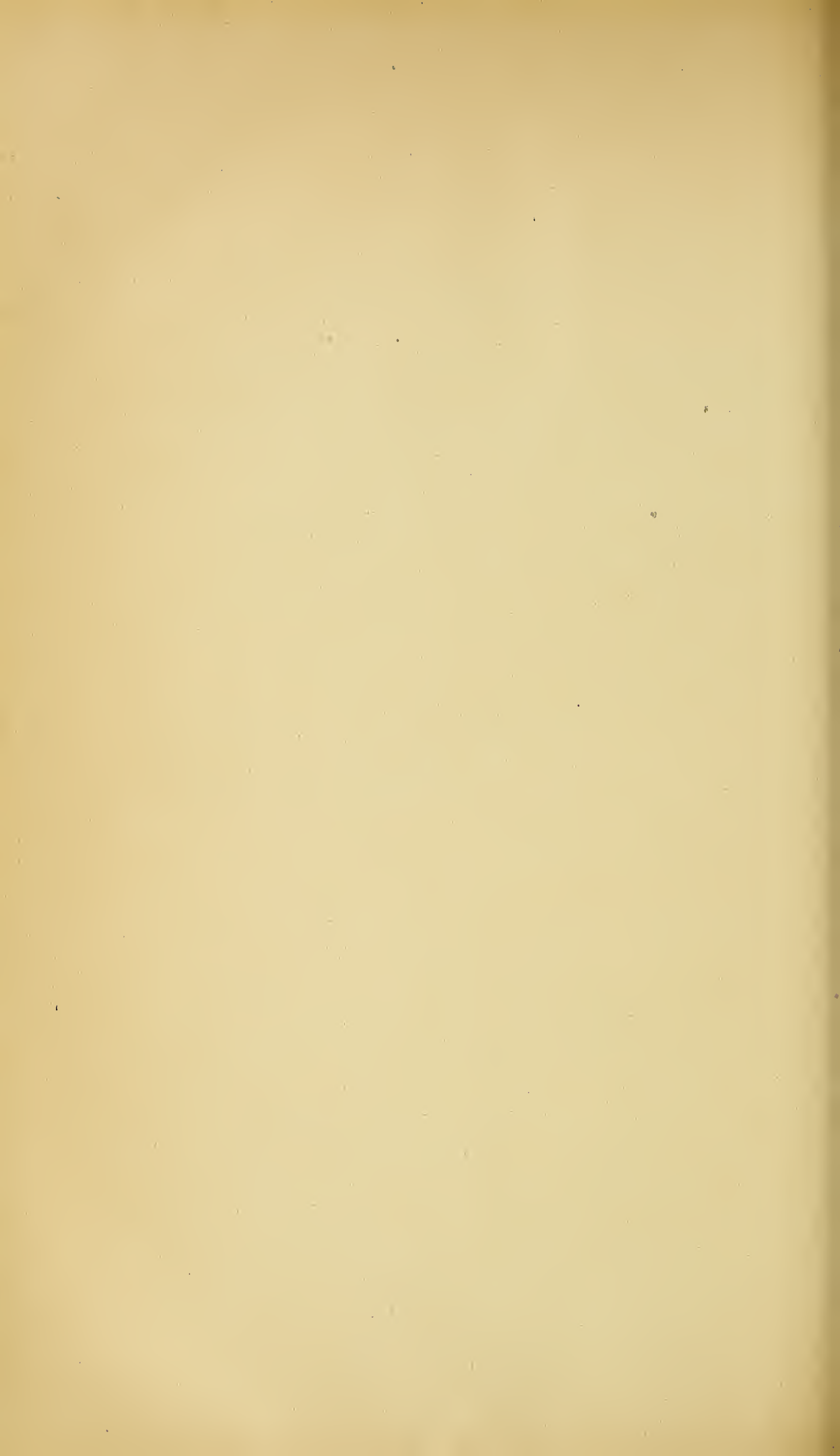
Es ist nun die Frage zu prüfen, wie weit die von mir gefundenen Resultate mit denen von Schurian nach Vorbehandlung mit corticotropem aus Hypophysenvorderlappen hergestellten Hormon übereinstimmen. Die Befunde von Schurian sind eingangs erwähnt worden. Ein Vergleich mit den eigenen Untersuchungen ergibt eine nahezu restlose Übereinstimmung. Der einzige Punkt, der etwas abweicht, ist der, daß nach Behandlung mit unserem Serumextrakt auch eine geringfügige Vergrößerung der Zona ret. stattgefunden hat. Doch wird man diesen Umstand in Anbetracht der im übrigen völligen Übereinstimmung insbesondere auch in Bezug auf das sehr charakteristische Verhalten der doppeltbrechenden Substanzen der Zona fasc. wohl nicht allzusehr werten dürfen. Insgesamt ist der Schluß aus den vorliegenden Untersuchungen durchaus berechtigt, daß die in dem Serum Hochdruckkranker nachweisbare Substanz mit dem corticotropen Hormon des Hypophysenvorderlappens identisch ist.

Zusammenfassung:

1. Es wird untersucht, welche histologischen Änderungen der Nebenniere sich vollziehen nach Injektion eines aus dem Serum Hochdruckkranker gewonnenen Extraktes und wie weit diese Änderungen mit denen, die sich durch corticotropes Hypophysenhormon erzielen lassen, übereinstimmen.
2. Aus der Projektion von Serienschnitten und Bestimmung des Gewichtes der einzelnen Rindenzonen ergibt sich, daß die durch die Serumextrakte zu erzielende Vergrößerung der Nebenniere auf einer Vergrößerung der Zona fasciculata beruht. Im geringen Grade ist auch die Zona glomerulosa und reticularis an dieser Vergrößerung beteiligt.
3. Der mit Sudan nachweisbare Fettgehalt der Nebenniere zeigt sowohl in der Zona glom. als auch fasc. eine deutliche Zunahme. Auch die Zona ret. ist nicht immer fettfrei.
4. Die doppeltbrechenden Substanzen finden sich in den Nebennieren mit Serumextrakt behandelter Tiere in scholliger grober Anordnung und unregelmäßiger Verteilung.
5. Die Gewichtszunahme der Nebennieren beruht, wie Zellzählungen und Trockenrückstandsbestimmungen ergaben, auf einer Substanz- und nicht auf einer Flüssigkeitszunahme.
6. Ein Vergleich der vorliegenden Untersuchungen mit den Änderungen, die sich durch Injektion des cortiocotropen Vorderlappenhormons erzielen lassen, ergibt eine völlige Übereinstimmung der Befunde, nur die geringgradige Vergrößerung der Zona ret. stellt eine Abweichung dar.
7. Auf Grund dieser bis auf einen Punkt restlosen Übereinstimmung wird geschlossen, daß die in dem Serum Hochdruckkranker nachweisbare Substanz mit dem corticotropen Hormon identisch ist.

Literaturverzeichnis.

Ahlström, Acta path. scand. (Københ.) **12**, 232 (1935).
Anselmino, Hoffmann und Herold, Klin. Wschr. **1934**, I, 209.
Bauer, Klin. Wschr. **1933, II**, 1553 und **1935, I**, 361.
Berblinger, Zentr. Blatt Path. **30**, 617 (1920).
Cushing, Amer. J. Path. **10**, 145 (1934).
Hoeppli, Frankf. Z. Path. **26**, 22 (1922).
Jamin, F., Münch. med. Wschr H.28 und 29 (1934).
Jores, A., Klin. Wschr. **1935, II**, 1348.
Jores A. und Beck, H., Z. exper. Med. **97**, 622 (1936).
Kraus, Handb. spez. pathol. Anat. 8 (1936).
Kraus und Traube, Virchows Arch. **268**, 315 (1928).
Marcano, A. G., Klin. Wschr. **1935, II**, 1525.
Meeßen, H., Beitr. path. Anat. **95**, 39 (1935).
Schurian, D., erscheint als Doktor-Dissertation, Rostock 1936.
Theobald, G. W., Clin. Sci. **1**, 225 (1934).
Zimmer, erscheint als Doktor-Dissertation, Rostock 1936.



Ueber den Gehalt der Hypophyse an blutdrucksteigerndem Hormon mit dem Wechsel von Licht und Dunkelheit.

Von **Gerhard Maercker**, Gehlsdorf.

Durch Untersuchungen der älteren Literatur ist es bekannt, daß zwischen Hypophyse und Auge Wechselwirkungen bestehen. So erfolgt die hormonal gesteuerte Anpassung der Färbung des Frosches an den jeweiligen Untergrund über das Auge. Wenn das Auge exstirpiert ist, oder die Lichtreize von dem Auge ferngehalten werden, so ist der Anpassungsmechanismus an den Untergrund gestört (Przibram und Zieske). Aus diesen Versuchen muß geschlossen werden, daß zwischen Auge und Hypophyse eine Verbindung vorliegt, denn die Hypophyse ist der Hormonproduzent. Wirksam ist das Melanophorenhormon, das beim Frosch im Zwischenlappen gebildet wird. Diese Verbindung zwischen Hypophyse und Auge, auf die aus diesen Untersuchungen geschlossen werden muß, ist von Greving anatomisch gefunden worden. Greving stellte fest, daß Fasern vom sogenannten Nucleus supra opticus zum Hypophysenhinterlappen ziehen. Dieser Nucleus supra opticus empfängt andererseits direkt Fasern vom Opticus. Es besteht also eine direkte Verbindung zwischen Opticus und Hypophyse. Greving hat auch bereits die Vermutung ausgesprochen, daß diese Verbindung für den ebengeschilderten Farbwechsel des Frosches die größte Bedeutung hat.

Vor 2 Jahren hat A. Jores darüber berichtet, daß in dem Blute von Kaninchen, die sich 2 Stunden im Dunkeln aufgehalten haben, das Melanophoren-Hormon im vermehrten Maße nachweisbar ist. Dieses Hormon hat Jores außer in der Hypophyse und im Blute

nur noch im Auge gefunden. Diese Beobachtung spricht also dafür, daß zwischen Lichtempfindung und Melanophorenhormon auch für das Säugetier enge Beziehungen vorliegen müssen. Für den Frosch ist diese Frage kürzlich von Koller und Rodewald sowie Rodewald sehr eingehend studiert worden. Das wichtigste Ergebnis dieser sehr interessanten Untersuchungen ist Folgendes:

In der Hypophyse des Dunkelfrosches ist das Melanophorenhormon nur noch in minimaler Menge bzw. überhaupt nicht mehr nachweisbar. Wird der Frosch ins Helle gebracht, so steigt der Hormongehalt rapide an. Die Lichtintensität als solche hat einen Einfluß. Doch scheint der größere Einfluß der Wellenlänge zuzukommen, und zwar bewirkt bei gleicher Lichtintensität das kurzwellige Licht, also Blau, einen bei weitem stärkeren Effekt für die Bildung des Melanophorenhormons als das langwellige Licht, also Rot. Wenn die Augen enucleiert werden, so findet eine Bildung von Melanophorenhormon dann nicht mehr statt, wenn von den Stümpfen des Nervus opticus Lichtreize ferngehalten werden. Treffen Lichtreize den Opticus, so findet sich etwas Melanophorenhormon in der Hypophyse. Dies läßt sich beim geblendeten Tier auch durch elektrische Reizung erzielen, und zwar fand Rodewald eine Parallelität zwischen Reizintensität und Gehalt an Melanophorenhormon. Die isolierte Hypophyse des Dunkeltieres wird durch Lichteinfall nicht mehr aktiviert.

Diese Untersuchungen wurden durch Untersuchungen von Schroff sowie von Steinberg im hiesigen Laboratorium ergänzt. Schroff stellte zunächst fest, daß die Befunde von Rodewald mit denen von Jores nur deswegen scheinbar differieren, weil eine andere Extraktionsmethode zur Anwendung kam. Wenn man die Dunkelhypophyse mit Alkali extrahiert, so ergibt sich kein Abfall, sondern im Gegenteil ein sehr starker Anstieg an Melanophorenhormon. In der Dunkelheit wird also nicht weniger Melanophorenhormon gebildet, sondern das Hormon wird aus seiner offenbar physiologischen Vorstufe bei mangelndem Lichteinfall nicht aktiviert. Steinberg stellte fest, daß die Befunde von Koller und Rodewald bezüglich der Wellenlänge des Lichtes sich auch für die weiße Maus nachweisen lassen und auch Geltung haben, wenn mit Alkali extrahiert wird.

Aus diesen experimentellen Daten läßt sich also mit Sicherheit schließen, daß sich in der Hypophyse eine tiefgreifende Umwandlung in ihrem Gehalt an Melanophorenhormon vollzieht mit dem Wechsel zwischen Licht und Dunkelheit, und zwar scheinen die vom Optikus her die Hypophyse treffenden Reize die Bildung des Melanophorenhormons aus einer inaktiven Vorstufe zu veranlassen.

Da es bei der großen Zahl von uns bekannten Hypophysenhormonen — A. Jores hat kürzlich in einer Zusammenstellung nicht weniger als 15 verschiedene Hormone aufgeführt — nicht anzunehmen ist, daß die Hypophysenzellen 15 chemisch verschiedene Stoffe sezernieren, eine Anschauung wie sie insbesondere von Jores nachdrücklichst vertreten wird, müßte man theoretisch erwarten, daß, wenn sich ein Hormon wie in unserem Falle das Melanophorenhormon so grundlegend mit dem Wechsel von Licht und Dunkelheit ändert, auch andere Hormone Änderungen erfahren müssen. Die Prüfung dieser Frage hat mir Herr Privatdozent Dr. Jores zur Aufgabe gestellt. Bei den Beziehungen des Melanophorenhormons zum Hypophysenhinterlappen und weiter auf Grund der Tatsache, daß die Nervenfasern, die vom Optikus die Reize empfangen, im Hypophysenhinterlappen enden, war es zunächst naheliegend, den Gehalt der Hypophyse an Hinterlappenhormonen überhaupt mit dem Wechsel von Licht und Dunkelheit zu prüfen. Wir wählten das bultdruckwirksame Hormon zum Teil auch auf Grund der Überlegung, daß sowohl für das Melanophorenhormon (Roth, Jores und Glogener) als auch das Blutdruckhormon (Berblinger, Cushing u. a.) Beziehungen zu den basophilen Zellen des Hypophysenvorderlappens nachgewiesen sind.

Versuchstiere waren Meerschweinchen. Versuchsanordnung war die folgende:

Ca. 250 g schwere Meerschweinchen ohne Rücksicht auf das Geschlecht wurden zu jeweils derselben Tageszeit ins völlig Dunkle gebracht. Nach einem Dunkelaufenthalt von ¼, ½, ¾, 1, 2, 6, 12 und 24 Stunden wurden die Tiere bei Rotlicht getötet und die Hypophyse bei Rotlicht exstirpiert. Die herausgenommenen Hypophysen wurden 1 Tag in Aceton gelegt und getrocknet. Dann wurden sie bei 80° völlig getrocknet und pulverisiert und mit soviel ccm ¼ %iger Essigsäure kurz aufgekocht, wie die Hypophyse in

mg wog. Unmittelbar vor dem Versuch wurden die Extrakte neutralisiert.

Die Hypophyse wurde also so extrahiert, wie es für den Hypophysenhinterlappen üblich ist. Da unsere Extrakte bei saurer Reaktion im Eisschrank bis zur Austestierung aufbewahrt wurden, war mit einem Wirkungsverlust nicht zu rechnen. Die zu jedem Versuch angesetzten Kontrolltiere wurden mit Rücksicht auf die Möglichkeit tageszeitlicher Schwankungen jeweils mittags um 12 Uhr getötet. Als Testmethode diente das Meerschweinchen, da es sich nach A. J o r e s bei seinen Arbeiten in dem hiesigen Laboratorium als Testtier für blutdruckwirksame Substanzen in der letzten Zeit sehr gut bewährt hat. Die für die Testzwecke benutzten Meerschweinchen wogen 500 g. Sie erhielten 2 Stunden vor dem Versuch pro 100 g Körpergewicht 0,7 ccm Urethan subkutan injiziert. Nach zwei Stunden ist eine Narkose von mittlerer Tiefe eingetreten. Für die nun folgende Operation wurde meistens etwas Äther zugegeben. Später während der eigentlichen Versuche wurde Äther nie zugeführt. Es wird in der üblichen Weise eine Vena jugularis und die Arteria carotis communis am Halse freigelegt. In die Vene wird eine Kanüle eingebunden zu Injektionszwecken, in die Arteria eine Glaskanüle, die durch einen Gummischlauch mit einem Quecksilbermanometer verbunden ist. Die eingebundenen Kanülen wurden vorher mit Paraffin ausgespritzt. Sofort nach der Operation erhielt das Tier zur Vermeidung von Gerinnselbildung Heparin. Bei der relativen Kleinheit und Zartheit der Gefäße erfordert die Operation einige Technik. Bei Übung gelingt sie leicht ohne größere Blutverluste. Während der Versuche erhielten die Tiere Normosallösungen, außerdem mußte gelegentlich das Heparin erneuert werden. Das Versuchstier wird zweckmäßig mit einer elektrischen Lampe bestrahlt, um Wärmeverluste zu vermeiden. Unter diesen Bedingungen gelingt es leicht, ein Tier über mehrere Stunden am Leben zu erhalten und brauchbare Versuchsresultate zu erzielen. ½ Stunde nach der Operation wurde mit Hilfe einer Vögtlin-Standard-Lösung die jeweilige Empfindlichkeit der Tiere festgestellt. Es ergab sich meistens, daß mit 0,01 V.E. ein submaximaler Blutdruckanstieg zu erzielen ist. Dann erhielten die Versuchstiere im Abstand von 20 Minuten die zu prüfenden Lösungen von Dunkel-

hypophysen im Vergleich mit Lösungen von Hellhypophysen. Bei den relativ geringen Extraktmengen, wie sie von einer Hypophyse zur Verfügung stehen — es konnten im allgemeinen 0,1 bis 0,2 ccm unseres Extraktes gespritzt werden, der insgesamt 1 bis 2 ccm betrug — war es nicht möglich, eine genaue quantitative Analyse der einzelnen Extraktmengen durchzuführen.

Die Versuchsresultate, die wir mit dieser Methode erzielten, sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt. Wir haben in dieser Tabelle darauf verzichtet, quantitative Angaben zu machen, sondern jeweils nur vermerkt, ob die Dunkelhypophysenextrakte wirksamer waren als die der Hellhypophysen.

Tabelle:

Datum des Versuches	Hypophysenextrakt eines Normaltieres	Hypophysenextrakt eines Dunkeltieres
26. 3. 1935	0,2 ccm	enthält weniger als 24 Std.
29. 4. 1935	0,1 ccm	„ „ „ 0,1 ccm 6, 12 und 24 Std. (6 Std. etwas mehr als 12 u. 24 Std.)
30. 4. 1935	0,2 ccm	„ „ „ 0,1 ccm 24 Std. und 6 Std.
3. 5. 1935	0,1 ccm	„ „ „ 0,1 ccm 1 Std. u. 2 Std.
	0,1 ccm	„ mehr „ 0,1 ccm $^1/_2$ Std. (anscheinend)
7. 5. 1935	0,1 ccm	„ ebensoviel wie 0,1 ccm $^1/_4$ u. $^3/_4$ Std.
10. 5. 1935	0,05 ccm	„ weniger oder ebensoviel wie 0 05 ccm $^1/_2$ Std.
	0,4 ccm	„ ebensoviel wie 0,05 ccm 6 Std.
		„ „ „ 0,05 ccm 12 Std.
15. 5. 1935	0,1 ccm	„ weniger als 0,1 ccm 2 Std.
17. 5. 1935	0,1 ccm	„ „ „ 0,1 ccm 2 Std.
22. 5. 1935	0,1 ccm	„ ebensoviel wie 0,05 ccm 6 Std
24. 5. 1935	0,1 ccm	„ weniger als 0,1 ccm 6 Std. (Kappentier)
6. 6. 1935	0,2 ccm $^1/_4$ Std.	„ „ „ 0,2 ccm $^1/_2$ Std.
15. 6. 1935	0,1 ccm	„ ebensoviel wie 0,1 ccm $^1/_4$ Std.

Es ergibt sich bei Durchsicht der Tabelle, die nur einen Teil unserer Versuche zusammenfaßt, daß in allen Versuchen die Extrakte der Dunkeltiere wirksamer waren als die der Normaltiere, mit

Ausnahme der Hypophysen, die nach 1/4 bzw. 1/2 Stunde Dunkelaufenthalt exstirpiert worden waren. Wir dürfen wohl zunächst sagen, daß in den Extrakten aus Dunkelhypophysen durchaus mehr Hormon enthalten ist als in denen aus Hellhypophysen. Auf Grund einiger Versuche lassen sich annähernde quantitative Angaben machen. So fanden wir z. B. im Versuch am 22. 5., daß 0,1 ccm Extrakt einer Hellhypophyse wirkungsgleich war mit 0,05 ccm Extrakt aus einer 6 Stunden Dunkelhypophyse, d. h. also die Dunkelhypophyse enthält die doppelte Menge blutdruckwirksames Hormon wie die Hellhypophyse.

Auch bei anderen Versuchen fanden wir ähnliche, zuweilen noch stärkere Ausschläge, so daß wir mit einiger Vorsicht angeben können, daß der Hormongehalt an blutdrucksteigernder Substanz der Dunkelhypophyse das 2- bis 3fache desjenigen der Hellhypophyse beträgt.

Des weiteren ergibt sich aus den Untersuchungen, daß nach 1/4 bis 1/2 Stunde Dunkelaufenthalt wesentliche Änderungen noch nicht vorliegen. In 2 Versuchen (3. 5. und 10. 5.) ergab sich sogar nach 1/4 Stunde ein etwas schwächerer Gehalt. Ob dies wirklich den Tatsachen entspricht, möchten wir dahingestellt sein lassen, da wir bei späteren Versuchen (15. 6.) derartige Unterschiede nicht feststellen konnten. Erst nach 1 Stunde Dunkelaufenthalt ist ein Anstieg in dem Hormongehalt immer deutlicher nachweisbar. Wir haben ferner noch am 24. 5. den Versuch gemacht, ob ähnlich wie für das Melanophorenhormon auch hier die Gesichtswahrnehmung maßgebend ist, indem wir ein Versuchstier im Hellen mit dem entsprechenden Kontrolltier ließen, bei dem Versuchstier jedoch die Gesichtswahrnehmung durch eine lichtdichte Kappe aus schwarzem Stoff ausschalteten. Auch hier fand sich, wie der Versuch am 24. 5. ergab, ein höherer Hormongehalt in der Hypophyse des Versuchstieres als in der Kontrollhypophyse.

Wir dürfen also aus diesen Untersuchungen schließen, daß der Gehalt der Hypophyse an blutdrucksteigernden Hormonen sich ähnlich verändert wie der an Melanophorenhormon. J o r e s fand bei alkalischer Extraktion einen Anstieg um das Zehnfache, gemessen in Melanophoren-Einheiten. Wir finden jetzt einen Anstieg um das Zwei- bis Dreifache gemessen in Vögtlin-Einheiten. Ein

quantitativer Vergleich zwischen beiden Methoden ist jedoch nicht möglich, da die Melanophoren-Einheiten etwas völlig anderes darstellen als die Vögtlin-Einheiten. In Übereinstimmung mit den Untersuchungen von Schroff können wir feststellen, daß die Hormonverhältnisse des Dunkeltieres sich erst sehr allmählich einstellen und erst nach 1 Stunde Dunkelaufenthalt wirklich ausgeprägt vorhanden sind. Es galt nun noch weiter zu prüfen, ob diese Hormonverschiebung nur für das blutdruckwirksame Prinzip gilt. Wir haben deswegen einen unserer Extrakte auch am isolierten Meerschweinchenuterus in der von Trendelenburg angegebenen Art und Weise ausgetestet. Das Versuchsergebnis zeigt die nachfolgende Kurve.

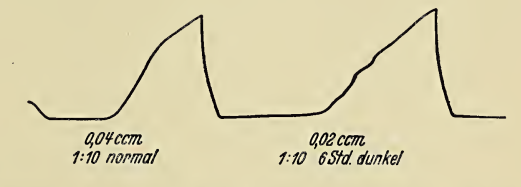


Abb. 1. Einwirkung von gleichen Konzentrationen zweier Extrakte aus Hell- und Dunkelhypophysen auf den isolierten Meerschweinchenuterus.

Sie läßt in Übereinstimmung mit den Versuchen am Blutdruck erkennen, daß auch hier Extrakte aus der Dunkelhypophyse wirksamer sind als solche aus Hellhypophysen, und zwar findet sich auch hier wieder eine Vermehrung des Hormongehaltes etwa um das Doppelte. Dieser Befund war auch zu erwarten, da uns keine Änderung in dem Gehalt der Hypophyse an Hinterlappenhormon im Organismus bekannt ist, in der sich nicht die drei Hauptprinzipien (die Blutdruckwirkung, die Uteruswirkung und die Diuresewirkung) völlig analog verhalten. Wir sind des weiteren zu dem Schluß berechtigt, daß auch die antidiuretische Wirkung sicher einen entsprechenden Anstieg erfährt.

Die aufgeworfene Frage darf also in positivem Sinne beantwortet werden. Mit dem Wechsel zwischen Licht und Dunkelheit findet sich eine Änderung in dem Gehalt der Hypophyse an dem Gesamtkomplex der sogenannten Hinterlappenhormone. Diese Feststellung beansprucht in mancherlei Hinsicht Interesse. Zunächst ist sie ein

weiterer wichtiger Beweis für die Richtigkeit der von Jores vertretenen Auffassung, daß wir besser daran tun, in der Hypophyse nicht ein Hormon, sondern Hormongruppen zu unterscheiden. Wenn also die Gruppe der Hinterlappenhormone eine gleichsinnige Änderung mit dem Wechsel zwischen Licht und Dunkelheit erfährt, so ist der Schluß berechtigt, daß diese Hinterlappenhormone auch eine gemeinschaftliche Ursprungszelle haben, die offenbar in ihrer produktiven Tätigkeit vom Licht abhängig ist.

Koller und Rodewald fanden in der Dunkelhypophyse kein Melanophorenhormon, Schroff, daß Aufkochen mit Alkali einen starken Anstieg an Melanophorenhormon ergibt. Dieser Befund in Zusammenhang mit dem jetzt erhobenen berechtigt vielleicht zu der Annahme, daß die inaktive Vorstufe des Melanophorenhormons mit dem Hinterlappenhormon und hier in erster Linie wohl mit dem Blutdruckhormon identisch ist. Durch das Aufkochen mit Alkali werden die übrigen Hinterlappenhormone zerstört.

Des weiteren beansprucht der Befund auch ein großes praktisches Interesse. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß, wenn eine so wichtige Drüse wie die Hypophyse in ihrer inkretorischen Tätigkeit von dem Lichte gesteuert wird, dieser Befund für viele Lebensvorgänge von größter Bedeutung ist. In erster Linie ist wohl bei der Bedeutung an die Steuerung der 24-Stunden-Rhythmen zu denken. Außerdem dürfte es wohl der erste Befund sein, der eine wirklich objektiv faßbare und wesentliche Abhängigkeit des Säugetieres vom Lichte zeigt. Der Gesamtkomplex der Hinterlappenhormone ist von Cushing nicht zu unrecht als das parasympathische Hormon bezeichnet worden. In der Nacht hat auch der Parasympathikus die Vorherrschaft. Es liegt nahe anzunehmen, daß diese Vorherrschaft hormonal, das heißt durch die Hypophyse gesteuert wird. Des weiteren sei erinnert an die Tatsache der Häufung des Geburtseintrittes in der Nacht, wie sie zuletzt erst an einem einwandfreien Material von Kirchhoff und vielen anderen ermittelt worden ist. Da es keinem Zweifel unterliegen kann, daß dem uteruswirksamen Hormon in der Auslösung der Geburten eine große Bedeutung zukommt, wird der Geburtseintritt in der Nacht durch den in der vorliegenden Untersuchung erhobenen Befund eines Anstiegs des uteruswirksamen Hormons mit der Dunkelheit ohne

weiteres verständlich. Auch das Problem der nächtlichen Diurese-einschränkung erfährt durch diesen Befund eine weitere Förderung. Die Tatsache einer vermehrten Produktion des antidiuretischen Prinzips ist ohne weiteres in der Lage, die physiologische nächtliche Diureseeinschränkung zu erklären. Die Annahme von A. Jores über die Bedeutung der Hypophyse gerade in der Steuerung der 24-Stunden-Rhythmen erfährt also durch den erhobenen Befund eine weitere erhebliche Stütze.

Zusammenfassung.

1. Durch vorhergehende Untersuchungen ist es erwiesen, daß zwischen Licht und der Produktion des Melanophorenhormons durch die Hypophyse eine direkte Abhängigkeit besteht.
2. Es wird die Frage geprüft, ob diese Abhängigkeit nur für das Melanophorenhormon Geltung hat und nicht überhaupt für den Gesamtkomplex der Hinterlappenhormone.
3. Zu diesem Zwecke werden die Hypophysen von Meerschweinchen nach zeitlich verschieden langem Dunkelaufenthalt gegenüber solchen von Helltieren am Blutdruck auf ihren Gehalt an blutdruckwirksamer Substanz ausgetestet.
4. Es ergibt sich, daß alle Tiere, die sich eine Stunde und länger im Dunkeln aufhalten, in ihrer Hypophyse mehr Hormon enthalten als die Kontrolltiere, und zwar findet sich im allgemeinen ein Anstieg des Melanophorenhormons um das Zwei- bis Dreifache.
5. Dieser Befund gilt auch für das uteruswirksame Prinzip. Auch am isolierten Meerschweinchenuterus läßt sich eine Vermehrung des Hormongehaltes eines Tieres, das 6 Stunden im Dunkeln saß, auf das Doppelte nachweisen.
6. Auf die Bedeutung dieser Befunde für die Frage des genetischen Zusammenhangs der Hinterlappenhormone wie insbesondere für die Steuerung der 24-Stunden-Rhythmik wird hingewiesen.

Schrifttum.

1. Berblinger, W.: Handb. d. inn. Sekr. (1932).
2. Cushing, H.: Proc. nat. Acad. Sci. U.S.A. **17**, 163 (1931).
3. Greving, R.: Graef. Arch. **115**, 523 (1925).
4. Jores, A.: Klin. Wschr. 1934, II, 1269.
5. Jores, A.: Ergebn. Inn. Med. **48**, 574 (1935).
6. Jores, A., und Glogener, O.: Z. exper. Med. **91**, 91 (1933).
7. Kirchhoff: Z. Gynäk. **54**, 134 (1935).
8. Koller, G., und Rodewald, W.: Pfl. Arch. **232**, 637 (1934).
9. Przibram, H.: Z. vergl. Physiol. **17**, 574 (1932).
10. Rodewald, W.: Z. vergl. Physiol. **21**, 767 (1935).
11. Roth, A.: Zb. allg. Path. u. path. Anat. **54**, 234 (1932).
12. Schroff, G.: Sitzungsber. u. Abh. d. naturforsch. Ges. Rostock III. F. **5**, 6 (1935).
13. Steinberg: Dissertation Rostock 1935.
14. Trendelenburg: Abderhalden, Handb. Biol. Arbeitsmethoden.
15. Zieske, M.: Z. vergl. Physiol. **17**, 606 (1932).

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Rostock.

Die Reifung der Geschlechtszellen bei der Gallwespe *(Biorrhiza pallida Olivier)*.

Von **Detlev Orgel.**

Inhalt.

Einleitung 23
Zur Biologie der untersuchten Gallwespen 25
Technik 26
Die zweigeschlechtige Generation
Spermatogenese 26
Ovogenese 29
Ovogenese der eingeschlechtigen Generation 32
Somatische Zellen in der eingeschlechtigen und zweigeschlechtigen Generation 34
Literaturverzeichnis 38

Einleitung.

Bei einer Anzahl von Gallwespenarten ist ein Generationswechsel in der Art vorhanden, daß eine eingeschlechtige mit einer zweigeschlechtigen Generation abwechselt, und zwar erzeugt eine nur aus Weibchen bestehende Frühjahrsgeneration parthenogenetisch eine Sommergeneration, in der Männchen und Weibchen auftreten. Die Frage, wie hier die Geschlechtsbestimmung erfolgt, ist bisher nicht einwandfrei geklärt. Neuere vorliegende Arbeiten sind vorwiegend experimenteller Art und bringen Ergebnisse von Zuchtversuchen, während die Kenntnis der cytologischen Vorgänge seit Doncasters umfangreichen Arbeiten nur unwesentliche Fortschritte gemacht hat.

Doncaster (1910, 1911, 1916) suchte eine Lösung des Problems in erster Linie auf cytologischer, gleichzeitig aber auch auf experimenteller Grundlage zu erreichen. Bei den beiden Genera-

tionen der Gallwespe Neuroterus lenticularis Olivier kam er zu folgenden Ergebnissen: in der eingeschlechtigen Generation sind zwei Arten von Weibchen vorhanden, die sich äußerlich nicht unterscheiden, in deren Eiern aber die Reifungsteilungen verschieden verlaufen. Doncaster unterscheidet weibchenerzeugende (female-producing) und männchenerzeugende (male-producing) Weibchen. In den Eiern der ersteren wurde eine Reduktionsteilung nicht beobachtet, die Eier bleiben diploid und werden zu Weibchen, die wie die parthenogenetischen Weibchen 20 Chromosomen haben. In den Eiern der männchenerzeugenden Weibchen wird vermutlich die Normalzahl reduziert, so daß die daraus entstehenden Männchen 10 Chromosomen haben und als haploid anzusehen sind. Die Verschiedenheit der beiden Weibchen sucht Doncaster auf Grund von Zuchtversuchen zu klären und kommt zu dem Ergebnis, daß die Männchen der zweigeschlechtigen Generation nicht zwei Sorten von Spermatozoen haben können, sondern daß eher die Weibchen der gleichen Generation zwei verschiedene Sorten von Eiern legen, oder daß schließlich zwei verschiedene Männchen vorhanden sind, die je eine Sorte von Spermatozoen haben. Die diploide Zahl bei den Weibchen und die haploide bei den Männchen, sowie die Beobachtung der Abschnürung einer kernfreien Plasmaknospe im Verlauf der Spermatogenese der letzteren führt nach Doncaster dazu, bei den Gallwespen ähnliche Verhältnisse wie bei der Honigbiene anzunehmen.

Es fällt auf, daß der Nachweis einer eindeutigen Reduktionsteilung in den Eiern der männchenerzeugenden Weibchen nicht geführt wird. Doncaster stellt in diesen Eiern die haploide wie auch die diploide Zahl fest, ebenfalls auch bei der Beschreibung der Männchen-Larven. Bei letzteren findet er in den Spermatogonien und den Zellen des Nervensystems einwandfrei 10 Chromosomen, daneben aber auch in ähnlichen Fällen 20, also die diploide Zahl; bei Weibchen allerdings traten niemals 10 Chromosomen auf. In der Spermatogenese bildet Doncaster in einigen Spermatozyten II. Ordnung 5 Chromosomen deutlich ab (D. 1910, s. Abb. 13 a, 13 b, 14 b), geht aber im Text in keiner Weise darauf ein. Ebenfalls stellt er bei der Zusammenlegung der Chromosomen in den Eiern der zweigeschlechtigen Generation 5 Chromosomen-

paare dar. Ferner erwähnt er eigentümliche somatische Kerne mit stark vermehrter Chromosomenzahl. Hegner (1915) stellte bei einer Andricus-Art 20 Chromosomen als diploide Zahl fest. Hogben (1919) fand bei Tieren der eingeschlechtigen Generation von Neuroterus lenticularis Ol. in Kernen der gleichen Region 30 und 10 Chromosomen in Telophasen und schließt daraus auf eine polare Verschiedenheit der Mitosen infolge pathologischen Verhaltens. Auch bei ihm sind 5 Chromosomenpaare in den Eiern der eingeschlechtigen Generation abgebildet. Die Frage nach der Art der Geschlechtsbestimmung ist also nicht beantwortet. Im folgenden soll an der Gallwespe Biorrhiza pallida Olivier festgestellt werden, wie weit die bisherigen Ergebnisse für diese Art zutreffen, und es soll versucht werden, die komplizierten cytologischen Verhältnisse des Generationswechsels weiter zu klären. Gleichzeitig wird auf die merkwürdigen Chromosomenzahlen in den somatischen Mitosen näher eingegangen.

Zur Biologie der untersuchten Gallwespen.

Die Gallwespe Biorrhiza pallida Olivier hat folgenden Generationswechsel: Die Weibchen der Frühjahrsgeneration schlüpfen im Januar aus einzelnen Gallen, die sich unterirdisch an den Wurzeln der Eiche entwickeln, und legen ihre Eier in oberirdische Knospen. Die entstehenden vielkammerigen Gallen enthalten die geflügelten Männchen und ungeflügelten Weibchen der Sommergeneration, und zwar in jeder Galle nur ein Geschlecht, also nur Männchen oder nur Weibchen. Die Männchen befruchten die Weibchen, und diese begeben sich in die Erde an die Wurzeln und legen dort ihre Eier ab. Daraus entstehen wiederum die agamen Weibchen. Die Entwicklungszeit der Frühjahrsgeneration dauert etwa 18 Monate, die der Sommergeneration dauert etwa 3 Monate. Ähnliche Verhältnisse, jedoch mit einer geringen jahreszeitlichen Verschiebung, liegen bei Diplolepis quercus-folii (Htg.) vor; die zweigeschlechtige Generation dieser Art, die sich in sog. schlafenden Augen am Stamm der Eiche entwickelt, tritt schon im März auf und die eingeschlechtige Generation an Eichenblättern ist im Oktober des gleichen Jahres bereits vollständig ausgebildet.

Die Verwendung mehrerer Arten für die Untersuchung ist durch die Materialverhältnisse notwendig geworden. Bei Biorrhiza sind die Wurzelgallen, wenn nicht durch Zufallsfunde, so nur durch Ausgraben der Wurzeln zu erreichen. Die Knospengallen der zweigeschlechtigen Generation sind dagegen sehr häufig. Umgekehrt tritt bei Diplolepis die eingeschlechtige Generation massenhaft auf, während man von der zweigeschlechtigen Generation nur sehr wenig Gallen auffindet. Von Diplolepis wurden daher die Eier der eingeschlechtigen Generation untersucht. Die Gallen beider Wespen weisen in beiden Generationen meist einen starken Befall durch Schmarotzer auf, so daß häufig das eigentliche Galltier nicht zum Schlüpfen kommt. Die Gallen waren oft bis zu 60 % befallen; die jüngsten Larvenstadien sind schwer mit Sicherheit zu erkennen, da Gallwespenlarven und Schmarotzerlarven in diesem Alter schwer zu unterscheiden sind. Es wurden in dieser Arbeit nur solche Schnitte verwandt, in denen die Gonaden ein völlig einheitliches Bild ergaben.

Technik.

Um von allen Entwicklungsstadien ein möglichst gleichartiges Bild zu erhalten, wurde nur ein Fixierungsmittel angewendet, und zwar das Gemisch von Carnoy. Die Galltiere wurden herauspräpariert und je nach Größe 4 bis 7, im Höchstfalle bis zu 15 Minuten fixiert. Puppen wurden vor der Fixierung zerschnitten. Nach der Fixierung wurde das Material sofort über Xylol-Paraffin eingebettet. Die Ovarien von Imagines wurden zu Ausstrichen verarbeitet; das Abdomen wurde abgetrennt und die Eier mit der Körperlymphe auf Objektträger geklebt und diese dann wie Schnitte weiterbehandelt. Gefärbt wurde allgemein nach der Feulgenschen Nuclealmethode. Die Schnitte ohne Ausstriche wurden 4 Minuten bei 60° in normaler Salzsäure hydrolisiert. Zur Nachfärbung wurde Lichtgrün, Pikrinsäure und Bleu de Lyon angewendet. Als Ergänzungsfärbung diente Heidenhainsches Haematoxylin (iterativ). Die Schnittdicke betrug bei Larven 7,5—10, bei Imagines 10—15 μ. Sämtliche Zeichnungen wurden mit einem Zeichenapparat entworfen.

Die zweigeschlechtige Generation.

Spermatogenese.

In den jüngsten Larvenstadien sind die Hoden dorsal gelegene kugelige Zellhaufen. Eine Verwechslung mit Ovarien ist nicht möglich, da der Hoden an vielen sehr chromatinreichen Kernen

(Follikelkernen), die durch ihre dreieckige und viereckige Form auffallen, kenntlich ist. Derartige Kerne sind zwar auch in den Ovarien vorhanden, sie sind hier aber viel chromatinärmer. Außerdem erscheinen in den Hoden frühzeitig kleine, stark gefärbte Chromatinklumpen, die wohl als degenerierende Kerne anzusehen sind (Abb. A 1).

Die Ausbildung der Spermatogonien erfolgt auf dem Larvenstadium; ich fand sie aber auch vereinzelt in den Hoden der Puppe. Die jüngsten Stadien sind runde plasmatische Gebilde, in denen sich mit der Feulgenschen Nuclealmethode kein Chromatin darstellen läßt (Abb. A 2). Später ist wieder feinverteiltes Chromatin nachzuweisen. Oft liegen mehrere Spermatogonien bei einander und bilden eine Kugel, auf deren Oberfläche die Grenzen der beteiligten Zellen als Furchen zu sehen sind (Abb. A 3). Im Innern der einzelne Zellen wird ein heller Kern sichtbar, in dem zunächst noch sehr undifferenzierte Ansammlungen von Chromatin zu bemerken sind. Der Kern vergrößert sich (Abb. A 4) und erfüllt fast die ganze Zelle. Aus den Chromatinansammlungen entstehen 10 vielfach gewundene, gleichmäßig dicke Chromatinbänder (Abb. A 5), die sich zu 10 Chromosomen herausdifferenzieren (Abb. A 6).

In Larven, die etwa 14 Tage nach dem Erscheinen der Galle fixiert wurden, waren die ersten Äquatorialplatten vorhanden, in denen 10 Chromosomen lagen. An jedem Chromosom war ein deutlicher Längsspalt zu sehen (Abb. A 7). Die Anaphase war nicht zu beobachten. Die Telophase hat deutlich 10 Chromosomen, die besonders gut bei Aufsicht zu erkennen sind (Abb. A 8, 9). In den beiden Tochterzellen bleiben die Chromosomen noch eine Zeitlang in ihrer Lage, zerfasern dann aber, und es entsteht ein Netzkern (Abb. A 10), der nunmehr in eine Wachstumsphase eintritt (Abb. A 11). Während das Chromatin sich stark auflockert, nimmt der Kern deutlich an Größe zu. Diese Wachstumsphase der Kerne dauert solange an, bis fast der ganze Hoden mit gleichmäßig großen lockeren Kernen angefüllt ist. Dann bleiben die Kerne bis kurz nach der Verpuppung der Larve im wesentlichen unverändert.

Bei den jungen Puppen liegen in den Hoden große, blasse Kerne mit feinverteiltem Chromatin, dazwischen große, stark gefärbte

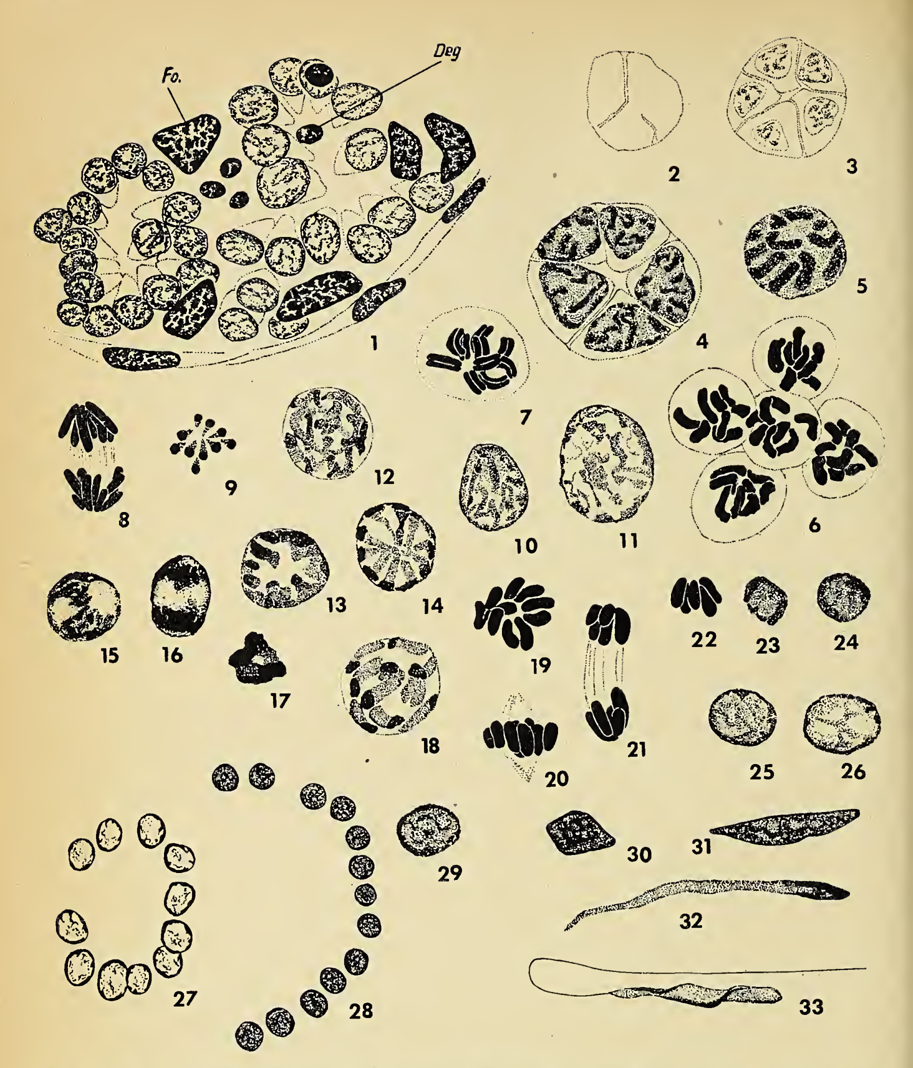


Abb. A. Biorrhiza pallida Ol. Spermiogenese. Fo. = Kern einer Follikelzelle, Deg. = degenerierender Kern. Abb. 1, 27, 28, 600 ×. Alle anderen 1100 ×.

Kerne von Follikelzellen. In mehreren Follikeln zugleich setzt die weitere Veränderung der Geschlechtszellen ein, und zwar entwickeln sich diese nach zwei Richtungen, die beide mit einer Verkleinerung des Kernes beginnen (Abb. A 12—14). Bei der einen Gruppe der Kerne schiebt sich dabei das Chromatin zu einem ring-

förmigen Rand zusammen (Abb. A 15—17). Diese Kerne degenerieren pyknotisch. Bei der andern Gruppe bildet sich unter einer geringen Kernverkleinerung eine Anzahl von Chromatinfäden aus, die aber nicht zählbar sind. Diese verkürzen sich zu 10 kompakten Chromosomen (Abb. A 18), in denen kein Längsspalt zu sehen ist (Abb. A 19) und bilden eine Äquatorialplatte (Abb. A 20). Darauf folgt eine Teilung, die nur schwierig zu deuten ist, da die dicken Chromosomen eng aneinander liegen. Bisweilen sieht man aber deutlich, daß 5 Chromosomen in jede Tochterzelle gehen (Abb. A 21), woraus man auf eine Reduktionsteilung schließen muß. Bei Biorrhiza sind also in der haploiden Phase 5 Chromosomen vorhanden. Die Männchen sind daher diploid, wie aus der Zahl der Chromosomen in der ersten Reifeteilung hervorgeht; denn es entstehen aus einer Delle mit 10 Chromosomen 2 je 5 Chromosomen enthaltende Spermatiden. Die Spermatidenkerne liegen an den Außenwänden der schlauchförmigen Follikel und bilden im Querschnitt einen Kreis, der sich allmählich vergrößert, da der Follikel an Größe zunimmt. Dabei nehmen die anfangs runden kompakten Kerne (Abb. A 24) zunächst an Größe zu (Abb. A 25, 26) und verkleinern sich dann wieder (Abb. A 27—29). Man findet also die Kerne in Kreisen mit verschieden großem Durchmesser angeordnet und kann hieran das Alter der Spermatiden deutlich erkennen. Unter weiterer Vergrößerung des Follikellumens strecken sich diese und werden spindelförmig (Abb. A 30) und differenzieren sich zu den langgestreckten, etwas gedrehten Spermienkernen heraus (Abb. A 31—33).

Ovogenese.

Auch bei den Weibchen sind die Gonaden paarige, kugelige Haufen wenig differenzierter Zellen. Nach der Ventralseite der Larve zu liegen Gruppen von Zellen, die als somatische Zellen anzusehen sind; sie bilden die Ausführgänge und den Endkammerwulst. Im Gegensatz zu den Männchen haben die somatischen Zellen in den Ovarien der Weibchen sehr chromatinarme Kerne (Abb. B 1). In späteren Stadien sind die Ovarien längliche Zellhaufen, und zuletzt sind sie durch die Ausbildung der Endkammer kenntlich.

Die ersten Reifeteilungen fand ich in Larven etwa 14 Tage nach dem Erscheinen der Galle. Aus undifferenzierten Chromatinanhäufungen (Abb. B 2) formen sich 10 Chromosomen und ordnen sich zur Äquatorialplatte an (Abb. B 3). Ich konnte stets 10 gespaltene Chromosomen zählen. Durch die nun folgende Teilung entstehen zwei je 10 Chromosomen enthaltende Zellen. Die Anaphase ist deutlich (Abb. B 5, 6); ebenso ist an einer Telophase in Aufsicht zu sehen, daß 10 Chromosomen in jede Tochterzelle gehen (Abb. B 7). Darauf tritt ein Ruhestadium ein (Abb. B 8).

Anschließend erfolgt die Differenzierung des Zellmaterials in Follikelzellen einerseits und Dotter- und Eizellen andererseits. Bei den Follikelkernen entsteht aus dem netzförmig verteilten Chromatin des Ruhekerns ein überaus feines Gewirr von Chromatinfäden (Abb. B 9), die sich schließlich zu einem kompakten Klumpen zusammenknäueln, von dem noch einzelne feine Fäden ausgehen. In der gleichen Region des Ovars finden sich Zellen mit Kernen, deren Chromatin in viele wenig voneinander getrennte Bröckchen angeordnet ist, Dotterzellen und Geschlechtszellen (Abb. B 13, 14). Die letzteren vergrößern sich stark, und ihr Chromatin wird dadurch sehr locker. Man erkennt deutlich einige scharf konturierte, aber sehr dünne Fäden (Abb. B 13). Die Dotterzellen enthalten auf dem gleichen Stadium etwas mehr Chromatin, sind aber noch nicht mit Sicherheit zu unterscheiden. Die Follikelzellen ordnen sich im Kreise rings um die Ovozyten an, bilden Chromosomen aus und teilen sich. In der Äquatorialplatte liegen 20 Chromosomenpaare (Abb. B 10), in der Telophase gehen in jede Tochterzelle 20 Chromosomen (Abb. B 11, 12). Daraus entwickelt sich wieder ein Ruhekern. Wie oft sich diese Follikelzellen teilen, konnte nicht mit Sicherheit entschieden werden.

Die Ovozyte nimmt in der folgenden Wachstumsperiode, die sie im Eifach durchmacht, ständig an Volumen zu. In den letzten Stadien degenerieren die Dotterzellen. Ihr Material wird von der Eizelle aufgenommen und das Ei nimmt dadurch seine endgültige Größe an. Im Eikern verdichtet sich das Chromatin zu wurstförmigen Gebilden, die aus einzelnen Chromosomen bestehen (Abb. B 15). Die Chromomeren legen sich weiter zusammen, und es tritt ein Längsspalt in ihnen auf (Abb. B 16), so daß jedes



Abb. B. Biorrhiza pallida Ol. Ovogenese in der zweigeschlechtigen Generation. Som. = Somatische Zellen, Do. = Dotterzellen, Fo. = Follikelzellen, Oo. = Eizelle. Abb. 1, 13, 600 × sonst 1100 ×

paarweise vorhanden ist. Auf dem folgenden Stadium sind 20 große Chromosomen sichtbar, die keinen Längsspalt haben (Abb. B 17). Sie legen sich sogleich mit den Enden zusammen. Die end-to-end konjugierten Chromosomen — 10 Paare — ordnen sich parallel zueinander an und rücken immer dichter zusammen. Schließlich verschmelzen sie paarweise, so daß 5 Gruppen entstehen (Abb. B 18—20), und die 5 Gruppen verschmelzen ebenfalls miteinander (Abb. B 21). In den ablagereifen Eiern ist eine rautenförmige Chromatinmasse vorhanden, die keine Einzelheiten mehr erkennen läßt (Abb. B 22). Die Reduktion ist nicht erfolgt; offenbar tritt sie erst nach der Ablage der befruchteten Eier ein. Sie konnte wegen der Schwierigkeit der Beschaffung des Materials nicht beobachtet werden.

Ovogenese der eingeschlechtigen Generation.

Die Ovogenese der eingeschlechtigen Generation ist von der der zweigeschlechtigen nicht wesentlich verschieden. Die frühesten Reifeteilungen fand ich im Ovar einer 4 Monate alten Larve. Es ordnen sich 10 Chromosomen (Abb. C 1—3) zur Äquatorialplatte an (Abb. C 4). Bei der Teilung gehen in jeden Tochterkern ebenfalls 10 Chromosomen. Diese zerfasern darauf, und es bildet sich ein Netzkern, der zum Ruhekern wird (Abb. C 5). In der gleichen Region des Ovars fanden sich Mitosen mit 20 Chromosomen. Es handelt sich aber, wie aus der Größe der Zelle und ihrer Lage zu schließen ist, um große somatische Zellen.

Aus den Ruhekernen entwickeln sich wie bei den zweigeschlechtigen Weibchen Follikelzellen, Dotterzellen und Ovocyten. Die Kerne der Follikelzellen enthalten zunächst ein dichtes Gewirr von zahllosen Chromatinfäden, die sich zu einem kompakten Klumpen zusammenballen (Abb. C 6). Die Kerne der Dotterzellen haben ein feinverteiltes Chromatin ähnlich wie die der Ovozyten. Diese bilden lange Chromatinfäden aus, die ziemlich scharf abgegrenzt sind. Die Kerne nehmen gleichzeitig an Größe zu (Abb. C 7, 8). In diesem Stadium wird die Ovozyte von Follikelzellen umgeben, die sich lebhaft teilen. In deren Äquatorialplatten sind 20 Chromosomen vorhanden, in der Telophase ebenfalls, daneben finden sich aber in derselben Region Telophasen mit nur 10 Chromosomen. In

den Ovocytenkernen lösen sich die Chromatinfäden zu einem netzartigen Gewirr auf.

Die Weiterentwicklung ließ sich wegen der Materialschwierigkeit bei Biorrhiza nicht verfolgen. Dagegen war von Diplolepis quercus-folii reichlich Material zu beschaffen. Auch hier ist in den ausgewachsenen Eiern ein Ruhekern von beträchtlicher Größe



Abb. C. Ovogenese der eingeschlechtigen Generation. 1—9 Biorrhiza pallida Ol. 10—15 Diplolepis quercus folii Htg. Vergr. 1100 ×.

vorhanden. In ihm ordnet sich gegen Ende der Wachstumsperiode das Chromatin zu wurstförmigen Gebilden an. Auf dem folgenden Stadium sind 20 vielfach gewundene Chromosomen vorhanden, die sich sofort mit den Enden aneinander legen, gleichzeitig durch Schrumpfung kürzer werden und sich im ganzen Kern verteilen (Abb. C 10, 11). An den 10 end-to-end konjugierten Paaren tritt ein klarer Längsspalt auf (Abb. C 12), je 2 Paare legen sich aneinander, und es entstehen so 5 Chromosomengruppen (Abb. C 13, 14); diese verschmelzen schließlich (Abb. C 15) und bilden einen rautenförmigen Chromatinklumpen, der die gleiche Form hat wie bei Weibchen der zweigeschlechtigen Generation. Zu erwähnen ist noch, daß an den end-to-end-Paaren eine deutliche Querkerbe

auftritt, wie sie Hogben bei Neuroterus numismalis und bei der nicht heterogonen Gallwespe Rhodites rosae abbildet, aber nicht beschreibt. Es handelt sich hierbei möglicherweise um eine Auflösung der end-to-end-Konjugation. Die zuletzt geschilderten Stadien verlaufen sehr unregelmäßig. In manchen Eiern fand ich, daß nicht alle Chromosomen end-to-end konjugieren, sondern daß zwei längskonjugierte Paare vorhanden sind, die mitunter eine ringförmige Bildung aufweisen oder für sich gesondert zunächst bei der Bildung des Ruhekerns nicht beteiligt sind und sich erst nachher der rautenförmigen Chromatinmasse anschließen. Ein Unterschied zwischen den Eikernen einzelner Tiere ließ sich nicht nachweisen.

Die Vorgänge in den ausgewachsenen Eiern der agamen Generation von Diplolepis sind also denen in der zweigeschlechtigen Generation von Biorrhiza außerordentlich ähnlich.

Somatische Zellen
in der eingeschlechtigen und zweigeschlechtigen Generation.

Die Ermittlung der normalen Chromosomenzahl von Biorrhiza pallida auf Grund der Chromosomenzahl somatischer Kerne erwies sich bei beiden Generationen als äußerst schwierig und scheiterte lange an der Unübersichtlichkeit der Chromosomenzahl; denn bei allen Tieren jeglichen Alters und beider Generationen treten in allen Regionen verschieden große Kerne und verschieden große Mitosen auf.

Bei den eingeschlechtigen Weibchen sind Kerne, in denen die Chromosomen einwandfrei zu zählen sind, recht selten, wie überhaupt in dieser Generation, wahrscheinlich entsprechend der langen Entwicklungszeit dieser Tiere nur selten Mitosen gefunden werden. Bei 8 Wochen alten Larven waren im Ektoderm nur wenige Kerne in Teilung vorhanden. Die Chromosomen sind meist verquollen und so dicht gelagert, daß sich ihre Zahl nicht absolut sicher ermitteln läßt. Es sind aber ungefähr 20 vorhanden (Abb. D 1). In Telophasen fand ich Kerne mit 10 (Abb. D 2) und solche mit 20 Chromosomen (Abb. D 3). Bei älteren Larven fand ich im Auge und im Nervensystem in außerordentlich klaren Platten 20 und in Telophasen 10 (Abb. D 4, 5) in andern Zellen

z. B. in den Tracheen wurden häufig 20 Chromosomen in der Telophase gefunden. Eine weitere Verdoppelung auf 40 Chromosomen war in Äquatorialplatten und in einer Telophase von Zellen der Intersegmentalhäute (Abb. D 6) und solchen des Legeapparates zu beobachten. Schließlich enthielten die Randzellen von

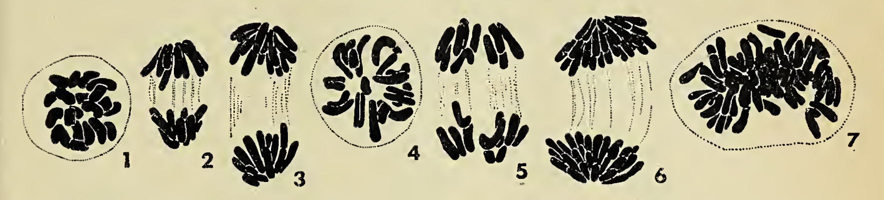


Abb. D. Biorrhiza pallida Ol. Somatische Mitosen in den Weibchen der eingeschlechtigen Generation. 1—3 Entodermzellen 8 Wochen alter Larven. 4. 5. Augenanlage; 6. Intersegmentalhaut; 7. Legeapparat. Vergr. 1100 ×.

Ovarien (Abb. D 7) ebenfalls eine beträchtliche Zahl, die aber infolge der dichten Lagerung der Chromosomen nicht genau zu ermitteln war. Als niedrigste Zahl fanden sich 10 Chromosomen in der Telophase. Morphologische Unterschiede waren an den Chromosomensätzen einzelner Tiere nicht festzustellen. Dasselbe Verhalten zeigen die Chromosomen bei den Männchen und Weibchen der zweigeschlechtigen Generation. Hier fand ich eben-

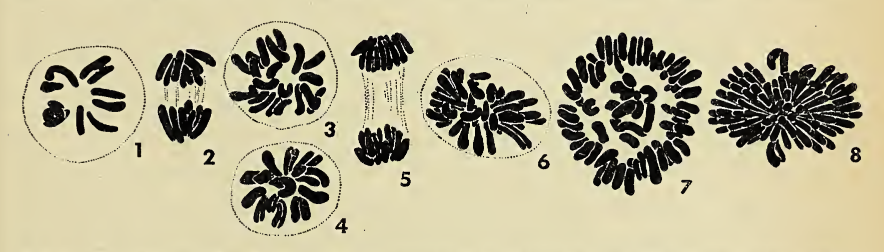


Abb. E. Biorrhiza pallida Ol. Somatische Mitosen in Weibchen der zweigeschlechtigen Generation. 1—6 Augenanlage; 7, 8. Oesophagusepithel. Vergr. 1100 ×.

falls in allen Regionen 10, 20, 40 und vereinzelt 80 Chromosomen enthaltende Kerne. In den Weibchen stellte ich Mitosen mit 10 Chromosomen in Äquatorialplatten im Auge (Abb. E 1) fest; deren Tochterzellen enthalten ebenfalls 10 Chromosomen (Abb. E 2). Dies war auch in anderen Organen der Fall. Als Beispiel für eine

Mitose mit der doppelten Chromosomenzahl seien die Abb. E 4, 5, ebenfalls aus dem Auge, angeführt; Abb. E 6 stellt eine Mitose mit 40 Chromosomen aus dem Auge dar. Zwei Mitosen mit etwa 80 Chromosomen in der Äquatorialplatte (Abb. E 7, 8) lagen im Oesophagusepithel. Also sind bei den Weibchen in allen Organen 10, 20, 40 und 80 Chromosomen vorhanden.

Dasselbe Verhalten zeigen auch die Männchen. Abgebildet seien Äquatorialplatten mit 10 Chromosomen (Abb. F 1) aus dem Auge, eine Telophase aus dem Flügel (Abb. F 2), eine Äquatorial-



Abb. F. Biorrhiza pallida Ol. Somatische Mitosen in Männchen. 1, 5, 6. Augenanlage; 2 Flügelanlage; 3 Mundwerkzeuge; 4 Kopulationsorgan. Vergr. 1100 ×.

platte mit 20 aus den Mundwerkzeugen eines fast erwachsenen Tieres (Abb F 3), eine Telophase mit 20 Chromosomen aus dem Kopulationsorgan (Abb. F 4). Eine Äquatorialplatte einer Follikelzelle aus dem Hoden mit 40 Chromosomen stellt Abb. F 5 dar; F 6 eine Telophase mit 40 aus dem Auge.

Auf der zuletzt geschilderten eigentümlichen Art der Chromosomenvermehrung beruht die Unsicherheit bei der Feststellung der haploiden Zahl. Es handelt sich hier nicht um eine abnorme Erscheinung, sondern um einen für die heterogonen Gallwespen typischen Prozeß. Das von Doncaster festgestellte Auftreten von haploider und diploider Zahl in den zu Männchen werdenden Eiern der parthenogenetischen Weibchen beruht wahrscheinlich auf dem zufälligen Auffinden von Mitosen mit 10 Chromosomen bei einigen und solchen mit 20 Chromosomen bei anderen Larven. Ob bei Neuroterus in der diploiden Phase 20 Chromosomen vorhanden sind, erscheint fraglich; denn daß zum mindesten sehr ähnliche Verhältnisse wie bei Biorrhiza vorliegen, beweisen die beobachteten Riesenzellen, ferner die Darstellung der 5 Chromosomen in der Spermiozyte II. Ordnung und vor allem Hogbens Schilderungen von somatischen Zellen mit 10 Chromosomen, die er in Anlehnung

an D o n c a s t e r für haploid hält, sowie dessen Abbildung von 5 Chromosomenpaaren in den Eiern der eingeschlechtigen Generation.

Die Gallwespe Biorrhiza pallida Olivier hat in beiden Generationen höchstens 10 Chromosomen als Normalzahl, sowohl in den parthenogenetischen Weibchen wie in den Weibchen und Männchen der Sommergeneration. Die Spermien der Männchen sind reduziert und haben 5 Chromosomen. Die Eier der Weibchen ließen sich nicht bis zur Reduktion verfolgen, zeigen aber in der steten Reifeteilung ähnliche Erscheinungen und dieselbe Chromosomenzahl wie die erste Reifeteilung der Männchen. Die Deutung der Chromosomenverhältnisse bei den Weibchen der zweigeschlechtigen und der eingeschlechtigen Generation ist nach den bisherigen Ergebnissen noch nicht möglich.

Die Untersuchung der Reduktion in den Eiern erscheint bei solchen Gallwespen erfolgversprechend, die wie Neuroterus die Eier auf Blätter ablegen, so daß man die Stadien der Eireifung, der Befruchtung und des Beginns der Furchung in hinreichender Menge beschaffen könnte.

Für die stetige Förderung der Arbeit bin ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Paul S c h u l z e , sowie Herrn Dozenten Dr. S c h l o t t k e zu höchstem Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

Ankel, W. E.: Neuere Arbeiten zur Cytologie der natürlichen Parthenogenese der Tiere. Z. f. Abst. u. Vererbungslehre. 1927, Bd. XV, 1929, Bd. LII.

Doncaster, L.: Gametogenesis of the Gallfly Neuroterus lenticularis. Part I, Proc. of the Roy. Soc., Bd. 82, 1910.

Doncaster, L.: Gametogenesis of the Gallfly Neuroterus lenticularis. Part II, ebenda, Bd. 83, 1911.

Doncaster, L.: Gametogenesis and Sex-Determination of the Gallfly N. Part III, Bd. 89, 1916, ebenda.

Freerksen, E.: Ein neuer Beweis für das rhythmische Wachstum der Kerne durch vergleichende volumetrische Untersuchungen an den Zellkernen von Meerschweinchen und Kaninchen. Z. f. Zellforsch. u. mikr. Anat. 18, 1933.

Hegner, R. W.: Studies on Germ-cells. III. Anat. Anz. 46, 1914 (Dryophanta).

Hegner, R. W.: Studies on Germ-cells. IV. Abschn. (Andricus.) Journ. of Morph. 26, 1915.

Henking, H.: Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. Z. f. wiss. Zool. 54, 1892.

Hogben, L. T.: Certain Nuclear Phenomena in the Oocytes of the Gallfly Neuroterus lenticularis. Journ. of the Linnean Soc. 34, 1919.

Hogben, L. T.: Studies on Synapsis. Proc. of the Royal Soc. 91, 1920.

Kinsey, A. C.: The Gall Wasp Genus Neuroterus. Ind. Univers. Studies. Study 58, 1923.

Martin, F.: Zur Entwicklungsgeschichte des polyembryonalen Chalcidiers Ageniaspis (Encyrtus) fuscicollis. Z. f. wiss. Zool. 110, 1914.

Patterson, J. T.: Functionsless Males in two Species of Neuroterus. Biol. Bull. 54, 1928.

Patterson, J. T.: Sexes in the Cynipidae and Male-Producing and Female-Producing Lines. Biol. Bull. 54, 1928.

Schleip, W.: Die Reifung des Eies von Rhodites rosae und einige allgemeine Bemerkungen über die Chromosomen bei parthenogenetischer Fortpflanzung. Zool. Anz. 35, 1909.

Wilson, E. B.: Polyploidy and Metaphase Patterns. Journ. of Morph. 53, 1932.

Ueber die Eigendruckverbreiterung der Interkombinationslinien des Cadmiums und Zinks.

Von **Heinz Eduard Kundt.**

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit wurde unternommen, um einige weitere Beiträge zur Druckverbreiterung von Absorptionslinien durch Eigendampfdruck zu gewinnen. Während die Verbreiterung durch Fremddruck in zahlreichen Arbeiten von Füchtbauer (1) und seinen Mitarbeitern untersucht wurde, ist die Verbreiterung durch den eigenen Dampfdruck ohne Fremdgaszusatz bisher nur von Waibel (2) an den Hauptserienlinien des Cäsiums gemessen worden. Während bei der Fremddruckverbreiterung der Dampfdruck des Absorbens innerhalb weiter Grenzen praktisch konstant gehalten wird, die Gesamtabsorption innerhalb der Linie also nicht variiert, steigt bei der Eigendruckverbreiterung mit wachsendem Dampfdruck automatisch die Absorption; man ist also, wenn man den Druck in einigermaßen weiten Grenzen variieren will, gezwungen, sehr verschiedene Absorptionslängen zu verwenden. Eine weitere Schwierigkeit bei den Alkalien ist darin gegeben, daß die notwendigen Dampfdrucke erst bei Temperaturen erreicht werden, bei denen das Glas bereits sehr stark vom Alkali angegriffen wird. Aus diesem Grunde wurden in vorliegender Arbeit die Interkombinationslinien des Cadmiums (λ = 3261 Å) und Zinks (λ = 3076 Å) untersucht. Die genannten Metalle sind deshalb besonders vorteilhaft, weil bei ihnen die Dampfdrucke sehr gut gemessen sind, und in einem experimentell leicht zugänglichen Temperaturbereich liegen. Gemessen wurden an beiden Linien die Halbwertsbreiten und die Unsymmetrie.

Versuchsanordnung.

Der Strahlengang bei den Aufnahmen war folgender: Die Lichtquelle wurde durch einen Quarz-Flußspat-Achromaten in das Innere des Absorptionsgefäßes und dann durch einen weiteren Achromaten auf den Spalt des 1½-Prismen-Apparates mit Quarzoptik abgebildet.

L i c h t q u e l l e. Als Lichtquelle diente eine Kohlebogenlampe der Firma Zeiß, die etwas überlastet wurde. Das Kontinuum war in dem benutzten Bereich frei von störenden Linien und zeigte keinen nennenswerten Abfall. Verwendet wurden Zeiß-Kohlen und bei den Zn-Aufnahmen verkupferte Spezialkohlen der Firma Siemens-Plania; da bei diesen Kohlen eine erheblich höhere Querschnittsbelastung und damit erhöhte Flächenhelligkeit erzielt wird, konnten die zur Erzielung einer bestimmten Schwärzung notwendigen Belichtungszeiten wesentlich herabgesetzt werden.

O f e n - und A b s o r p t i o n s r o h r e. Für alle Aufnahmen wurde ein Platinbandofen von 65 cm Länge und 40 mm Weite verwandt, der mit Quarzplatten verschlossen wurde. Die Temperatur war bis zu einer Entfernung von 15 cm von den Enden vollkommen konstant, so daß die Temperatur an der Stelle des Absorptionsgefäßes stets genau definiert war.

Die Temperaturmessung erfolgte bei Cd mit einem von der Reichsanstalt geeichten Platinwiderstandsthermometer, dessen Widerstand in der üblichen Weise in der Wheatstoneschen Brücke gemessen wurde. Da bei Zink die erforderlichen Temperaturen wesentlich höher liegen, wurde hier mit einem Platin/Platinrhodium-Thermoelement gemessen. Die Genauigkeit der Temperaturmessung betrug in beiden Fällen $\pm$ 1 Grad.

Die Absorptionsgefäße bestanden aus reinem geschmolzenen Quarz. Da bei den verwendeten Dampfdrucken die Absorption sehr stark ist, mußten die optischen Wege, d. h. der Plattenabstand der Kuvetten sehr klein gewählt werden. Zu Vorversuchen diente eine Kuvette mit 0,5 mm Plattenabstand; die eigentlichen Aufnahmen wurden mit Schichtdicken von 0,10 bzw. 0,011 mm ausgeführt.

Die Kuvetten wurden in folgender Weise mit dem Metall gefüllt: Die Quarzgefäße wurden an einer Hg-Diffusionspumpe mit einem Gebläse ausgeheizt. Besondere Aufmerksamkeit mußte auf die Fernhaltung von Hg-Dämpfen verwandt werden, weil Cd und Zn sehr stark zur Amalgambildung mit erniedrigtem Dampfdruck neigen; deshalb wurde während der ganzen Dauer des Pumpens und Ausheizens bis zum Abschmelzen der gefüllten Kuvette mit flüssiger Luft gekühlt.

Das Metall wurde nach oberflächlichem Abschaben in einen Ansatz der Kuvette eingebracht, der dann zugeschmolzen wurde. In diesem Ansatz wurde das Metall längere Zeit hin und her destilliert, um es gründlich zu reinigen, und okkludierte Gase zu entfernen. Dann wurde eine ausreichende Menge in die Kuvette destilliert und diese mit einem Knallgasgebläse abgeschmolzen

Die Lebensdauer der Gefäße war bei Cadmium praktisch unbegrenzt; bei Zink lag die zur Erzielung genügenden Druckes nötige Temperatur bei rund 1000 Grad, also in einem Gebiet, in dem die mechanische Festigkeit des Quarzes bereits stark nachläßt. Infolgedessen kam es bei einem Überdruck von 1 Atm. zweimal zum Platzen des Kästchens.

Plattenmaterial und Entwickler. Bei allen Aufnahmen wurden Eisenberger Ultrarapid-Platten verwendet. Diese Platte ist in dem benutzten Spektralbereich zwar nicht die empfindlichste (7), sie ist aber am feinkörnigsten, was für die Photometrie sehr wichtig ist. Außerdem arbeitet die Platte bei genauer Innehaltung der vom Hersteller vorgeschriebenen Temperatur bei der Entwicklung vollkommen schleierfrei. Sämtliche Platten werden zur Vermeidung des sog. Nachbar-Effektes (6) in Eisenoxalat entwickelt, anschließend in reinem Natriumthiosulfat fixiert, 2—3 Stunden gewässert und sorgfältig getrocknet.

Photometrie. Die Photometrie der Platten geschah nach dem von P. P. Koch (3) angegebenen Verfahren. Bei diesem Verfahren wird die Intensität/Schwärzung-Charakteristik in der Weise ermittelt, daß gleichzeitig mit der Linie eine Reihe von Marken bekannter Intensität auf der Platte aufgenommen wird. Aus der so gewonnenen Kurve werden dann durch Interpolation die zu den gemessenen Schwärzungen der Linie gehörenden Intensitäten ge-

wonnen. Zur Herstellung der Intensitätsmarken diente ein mit 5 Platinstufen verschiedener Durchlässigkeit bestäubtes Stufenfilter der Firma Zeiß. Vor den Versuchen wurde festgestellt, daß die Absorption der Platinschichten in dem benutzten Wellenlängenbericht von der Wellenlänge unabhängig ist. Zu diesem Zweck wurde das Licht einer Quecksilberlampe durch einen Monochromator zerlegt und die Durchlässigkeiten der einzelnen Stufen mit Photozelle und Spiegelgalvanometer gemessen. Es wurden die Hg-Linien 365 mμ und 313 mμ benutzt.

Zum Photometrieren wurde das Waibelsche (2) Photometer benutzt. Bei diesem Photometer wird der Emissionsstrom einer hydrierten Kaliumzelle mit Hilfe eines empfindlichen Galvanometers gemessen. Mit einem Zeiß-Mikroskopobjektiv betrug die Spaltgröße am Plattenort 0,025×0,73 mm. Der große Vorteil des Waibelschen Photometers gegenüber Registrier-Photometern besteht darin, daß auch große Schwärzungen — bis 2,0 — noch exakt meßbar sind, und daß man infolgedessen bei allen Aufnahmen im geradlinigen Bereich der Schwärzungskurve arbeiten kann.

Spektrograph. Als Spektrograph diente ein 1½ Prismenapparat mit Quarzoptik in Autokollimation; die Brennweite betrug 3 Meter. Die Dispersion betrug bei $\lambda = 3261$ Å 2,0 Å/mm, bei $\lambda = 3076$ Å 1,8 Å/mm.

Ergebnisse. Die Dampfdrucke wurden einer Arbeit von Jenkins (4) entnommen, der die Dampfdrucke bis 1500 mm gemessen hat. Da es darauf ankam, wenn möglich das Gesetz Verbreiterung festzustellen, wurden die Drucke in sehr weiten Grenzen variiert. Bei Cadmium wurde bei dem höchsten erreichbaren und zwei niedrigen Drucken gemessen, bei Zink beim höchsten und einem niedrigen Druck. Die Wahl des unteren Druckes war dadurch gegeben, daß die Linien unbedingt die zur genauen Ausmessung nötige Breite haben mußten. Infolgedessen wurden die Messungen bei Cd erst bei einem Druck von 330 mm, bei Zn, dessen Linien wesentlich schmäler sind, erst bei 700 mm begonnen.

Es wurden etwa 6 mm des Spektrums ausgemessen; im Kontinuum von 0,2 zu 0,2 mm, in der Linie von 0,02 zu 0,02 mm. Außerdem wurden noch 15—20 Messungen für jede Intensitätsmarke und für den Plattenscheier gemacht. Aus diesen Galvanometer-

ausschlägen wurde nach Abzug einer eventuellen Nullpunkts-korrektion die Schwärzung ermittelt, und dann mit Hilfe der Intensitätsmarken die Schwärzungskurve gezeichnet. Die Durchlässigkeiten des Stufenfilters betrugen der Reihe nach: 100 %; 56,9 %; 40,9 %; 26,4 %; 18,6 %; 10,3 %. Aus der so gewonnenen Schwärzungskurve wurden dann die zu den gemessenen Schwärzungen der Linie gehörenden Intensitäten durch Interpolation ermittelt. Diese Werte wurden dann als Ordinaten gegen die Millimeter auf der Platte als Abscissen aufgetragen. Aus der Kurve konnten dann Breite und Unsymmetrie der Linie abgelesen werden. Die Halbwertsbreite ist die Breite der Linie an der Stelle, an der die Absorption noch die Hälfte der Absorption an der tiefsten Stelle der Linie beträgt.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammengestellt. Es bedeuten

p Dampfdruck in mm Hg-Säule.
p_0 Dampfdruck umgerechnet auf 0 Grad Celsius.
b Halbwertsbreite in mm auf der Platte.
ν „ im Frequenzmaß (sec^{-1})
ω „ im Kreisfrequenzmaß $= 2\pi\nu$
T Absolute Temperatur.

Cadmium.

Aufnahme	T	p	p_0	b	$\nu \times 10^{-10}$	$\omega \times 10^{-11}$
4— 6	972	327	91,7	0,11	7,01	4,4
15—21	1 047	820	214	0,14	8,92	5,62
22—27	1 115	1 608	393	0,182	11,6	7,3

Zink.

Aufnahme	T	p	p_0	b	$\nu \times 10^{-10}$	$\omega \times 10^{-11}$
6— 8	1 179	760	176	0,10	5,90	3,71
9-13	1 255	1 517	330	0,152	9,34	5,86

Um eine eventuelle Unsymmetrie der Linie festzustellen, wurde eine zur Ordinate parallele Gerade durch das Maximum der Absorption hindurchgelegt, und die Kurvenstücke rechts und links der

Geraden verglichen. Dabei ergab sich bei Cadmium eine schwache Unsymmetrie nach Violett.

Außerdem wurde noch versucht, die Verschiebung des Maximums der Linie durch Eigendruck zu bestimmen. Als Vergleichslinien dienten Kohlelinien, die sehr scharf waren und eine genaue Messung ermöglichten. Es zeigte sich innerhalb der Fehlergrenzen keine Verschiebung.

Die vorliegende Arbeit wurde auf Anregung von Herrn Professor Dr. Füchtbauer im Physikalischen Institut der Universität Rostock ausgeführt. Es ist mir ein besonderes Bedürfnis, Herrn Professor Füchtbauer für das dauernde, fördernde Interesse, das er dieser Arbeit entgegenbrachte, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Literatur-Verzeichnis.

1. Chr. Füchtbauer und W. Hofmann: Ann. d. Phys. **43**, 96, 1914.
   Füchtbauer, Joos und Dinkelacker: Ann. d. Phys., **71**, 204, 1923.
   Füchtbauer und Gößler: Naturw. **17**, 315, 1933.
   H. Bartels: Ann. d. Phys. **65**, 143, 1921.
   H. Meyer: Rostocker Dissertation, 1925.
   R. Petermann: Rostocker Dissertation, 1930.
2. F. Waibel: Ztschr. f. Phys. **53**, 459, 1929.
3. P. P. Koch: Ann. d. Phys. **38**, 507, 1912.
4. C. H. M. Jenkins: Proc. Roy. Soc. **110**, 456, 1926.
5. W. Voigt: Elektro- und Magneto-Optik.
6. G. Eberhard: Publ. Astrophys. Obs. Potsdam, Bd. 26.
7. W. Weizel und F. Gößler: Ztschr. f. techn. Phys. **12**, 587, 1931.

Untersuchungen über die histologischen Änderungen der Nebennierenrinde unter der Wirkung des corticotropen Hormons.

Von **Dorothea Schurian.**

Bald nachdem die Lebenswichtigkeit der Nebennieren bewiesen war, erkannte man auch die engen Beziehungen, die zwischen Nebennieren und Hypophyse bestehen. So zeigen Ascoli und Legnani 1912, daß eine Atrophie der Nebennieren besonders der Rinde bei hypophysektomierten Hunden auftritt. Eine Hyperplasie, die wiederum erheblich die Rinde betraf, stellte Hoffstätter 1920 nach Pituitrininjektionen an Kaninchen fest. Die Korrelation Hypophyse — Nebennieren bewies erneut P. Smith durch seine Untersuchungen. Hypophysektomierte Kaulquappen wiesen deutlich eine Atrophie der Nebennieren auf. Durch Fütterungsversuche mit Gaben von Hypophysen-Vorderlappen fand er nun, daß die Atrophie verhindert wurde. Lange bekannt ist die Nebennierenhypoplasie bei Anencephalie. Kohn zeigte, daß sie fast immer mit Entwicklungsstörungen der Hypophyse einhergeht. Moehlig fand, daß es sich bei dieser Krankheit ausschließlich um Rindenveränderungen handelt. Er wies auch auf von Falta und Kraus gemachte Beobachtungen hin, daß bei Dystrophia adiposogenitalis die Hypoplasie der Hypophyse auch mit einer solchen der Nebennierenrinde einhergeht, wie auch Fischler fand, daß Akromegalie mit einer Nebennierenhyperplasie einhergeht. Das Bestreben ging nun dahin, den Hypophysenextrakt chemisch zu erfassen, der die Nebennierenrinde in ihrer Entwicklung anregt oder hindert. Amerikanische wie deutsche Arbeiten (Collip,

Anderson, Thompson, Meyer, Simpson, Peucharz u. a. m.) führten zur Isolierung eines Hormons. Anselmino, Herold und Hoffmann gaben ihm den Namen corticotropes Hormon wegen seiner isolierten Beeinflussung der Nebennierenrinde. Sie stellten dieses Hormon auf folgende Weise her:

Sie nahmen Acetontrockenpulver von frischen Rinder-Hypophysenvorderlappen, schüttelten es etwa 1 Stunde und extrahierten es mit destilliertem Wasser bei Zimmertemperatur. Der unlösliche Drüsenanteil wurde abzentrifugiert. Die wirksame Substanz findet sich nun zusammen mit den übrigen bekannten Vorderlappenhormonen in der Lösung und kann durch die gebräuchlichen Fällungsmittel (Alkohol, Aceton, Trichloressigsäure usw.) gefällt und gereinigt werden. Sie haben auf die Anwendung von Fällungsverfahren verzichtet, als sie feststellten, daß die wirksame Substanz ultrafiltrabel ist. Im Ultrafiltrat finden sich keine nachweisbaren Mengen von gonadotropem, thyreotropem, parathyreotropem Wachstums- und Laktationshormon. Das Ultrafiltrat senkt den Blutzucker, wonach auch die Blutzucker erhöhende, vorläufig als kontrainsuläres Hormon bezeichnete Substanz ausgeschlossen werden kann. Im neutralen Ultrafiltrat finden sich neben der Substanz mit der adrenalotropen Wirkung noch das von ihnen gefundene Fettstoffwechselhormon und das pankreatrope Hormon. Ersteres kann dadurch entfernt werden, daß man die Ultrafiltration bei schwach saurer Reaktion (pH 5—5,5) vornimmt. Hierbei passiert auch das Fettstoffwechselhormon das Ultrafiltrat nicht, da es offenbar ausfällt. Auf diese Weise kann eine Trennung all dieser Vorderlappenhormone von der die Nebennierenrinde stimulierenden Substanz durchgeführt werden. Dagegen ist die Trennung von adrenalotroper und pankreatroper Wirkung noch nicht gelungen, so daß diese beiden noch nicht mit Sicherheit auf verschiedene Stoffe zurückgeführt werden können. Mit dieser Einschränkung bezeichnen sie die von ihnen dargestellte Substanz als das corticotrope Hormon.

Das corticotrope Hormon des Hypophysenvorderlappens ist wasserlöslich, aber unlöslich in konzentriertem Alkohol, Aceton, Äther und Chloroform. Aus wässeriger Lösung wird es durch einen Zusatz von der fünffachen Menge Alkohol oder Aceton gefällt. 15 Minuten langes Kochen auf dem Wasserband und

15 Minuten langes Erhitzen auf 60° verträgt es ohne Wirksamkeitsverlust. Behandlung mit schwachen Säuren und Alkalien läßt es unbeeinflußt, doch wird es durch starke Säuren und Laugen vernichtet.

Anselmino, Hoffmann und Herold nahmen als Versuchstier die junge, geschlechtsreife, männliche Maus. Nach viertägiger Injektion schlachteten sie am 5. Tag. Mit 5—7 Injektionen von je 10 mgr lassen sich die nun folgenden Veränderungen erzielen:

Rein makroskopisch erkannten sie eine deutliche, konstante Vergrößerung des Organs gegenüber der Norm. Das histologische Bild der Tiere ließ typische morphologische Strukturveränderungen erkennen, die vor allem die hyperplastisch gewordene Zona fasciculata betrafen. Sie sahen an ihren Präparaten, daß die in radiärer Anordnung aufgebaute Zona fasciculata sich auf das 1,5—2fache ihres ursprünglichen Ausmaßes verbreitete. Die einzelnen Zellelemente dieser Zone hatten an Größe wesentlich zugenommen. Nach ihren Angaben traten häufig Kernteilungsfiguren auf, die bei den Kontrolltieren nur sehr spärlich beobachtet wurden. Daraus schlossen sie, daß die Größenzunahme der Zona fasciculata nicht nur auf einer Vergrößerung der einzelnen Zellen beruht, sondern auch auf einer Zellvermehrung. Den Hauptanteil an der Rindenverbreiterung hat die hypertrophisch gewordene Zona fasciculata. Weiter fanden sie, daß die Zona glomerulosa normalerweise aus einer 2—3 zellreihigen Schicht bestände, während sie bei behandelten Tieren 5—7 reihig wird. Ferner hebt sie sich durch dichtgedrängte mitosenhafte Zellen von der Zona fasciculata scharf ab. Die Zona reticulata verändert sich nicht. Nach ihren Betrachtungen tritt auch die Gefäßanordnung in der Fasc. besonders hervor. Hinsichtlich der Lipoidverteilung als auch des Fettgehaltes fanden sie gegenüber der Norm auch große Differenzen. Sie behaupten, daß im Gegensatz zu den Kontrolltieren bei den mit corticotropem Hormon behandelten eine deutliche und gleichmäßige Fettinfiltration im Bereiche der Glom. auftritt. Weiterhin erkennen sie eine starke Zunahme des Lipoidgehaltes der Fasc.

In Anlehnung an diese Autoren arbeiteten Jores und Beck ein neues quantitatives Verfahren zur Behandlung infantiler weißer

Mäuse mit CH aus. Eine corticotrope Einheit definieren sie wie folgt: 1 CE ist diejenige Hormonmenge, die pro Gramm Körpergewicht bei einer Gruppe von 5 infantilen Mäusen mit 2 Injektionen im Abstand von 6 Stunden verteilt, nach 24 Stunden eine Steigerung des Nebennierengewichtes eben um 50 % hervorruft, bzw. den Quotienten

$$\frac{\text{Nebennierengewicht in mgr}}{\text{Körpergewicht in gr}} \cdot 100$$

eben auf 30,0 erhöht. Sie betonen, daß die Gewichtsvermehrung kein spezifischer Effekt des CH ist, sondern er läßt sich auch durch andere Substanzen erzielen. Die Gewichtszunahme der Nebennieren geht parallel der Dosis und die Nebennierengewichte stehen in Beziehung zum Körpergewicht. Eine histologische Untersuchung, ob die erzielte Gewichtszunahme der Nebennieren im wesentlichen auf einer Verbreiterung der Fasc. beruht, macht diese Schwierigkeiten wohl hinfällig.

Herr Privatdozent Dr. Jores hat mir die Aufgabe gestellt, die histologischen Änderungen der Nebennieren der nach dem eben angegebenen Verfahren behandelten Tiere genauer zu studieren.

Ich wog eine Gruppe von möglichst gleichschweren Mäusen. Dann stellte ich die zu injizierende Dosis bezogen auf das Körpergewicht fest. Ich injizierte 0,05 ccm der CH-Lösung pro gr des Gruppendurchschnittsgewichtes. Die Lösung stellte ich mir aus 2 g Trockenpulver teils eines Vorder- teils eines Hinterlappenpräparates her, indem ich sie mit 10 ccm Aqu. dest. bei Zimmertemperatur 1 Stunde schüttelte. Dann wurde sie filtriert und zur Adsorption anderer Hormone 5 Minuten mit Tierkohle ausgeschüttelt. Das Filtrat wurde mit Sulfosalicylsäure enteiweißt, neutralisiert und mit Aqu. dest. wieder auf die Ausgangsmenge gebracht. Die Lösungen habe ich intraperitonial injiziert. 5—6 Stunden später erhielten die Tiere die 2. Dosis und 24 Stunden nach der 1. Injektion wurden sie getötet. Nun wurde jedes einzelne Tier gewogen, aufgespannt, das Abdomen eröffnet und mit einem scharfen Skalpell die Nieren mitsamt den Nebennieren herauspräpariert. Sorgfältig trennte ich dann auf einem Filter die Nebennieren von den Nieren. Beim Hin- und Herschieben der Nebennieren auf dem

Filter blieb das lockere Gewebe haften. Wenn sich das Organ als frei von anhaftendem Binde- und Fettgewebe erwies, nahm ich es noch einmal unter eine binokulare Lupe zur Kontrolle. Sodann legte ich die sauber präparierten Nebennieren in ein vorher vorbereitetes Wägegläschen und wog sie auf einer Mikrowaage auf $^1/_{10}$ mg genau. Nun fixierte ich sie in 5 % Formalinlösung einen Tag und stellte mir dann für meine Untersuchungen haematoxylin-eosingefärbte Serienschnitte her. Mittels eines Mikrotoms wurden sie 6 μ stark geschnitten. Von einer Nebenniere bekam ich 70 Schnitte. Für meine Untersuchungen wählte ich 25, stets aus verschiedenen Höhen. Zum anderen benötigte ich für meine Untersuchungen noch sudan- und nilblaugefärbte Gefrierschnitte. Die Nebennieren wurden mit Kohlensäure vereist, dann in 8—10 μ starke Plättchen geschnitten.

Die Haemotoxylin-Eosin-Präparate benutzte ich zur Gewichtsbestimmung. Ich projezierte die Schnitte auf Zeichenpapier und konnte die 3 Zonen, die Z. glom., fasc. und ret. gut voneinander trennen. Ich zeichnete auf das sorgfältigste die Konturen nach und schnitt die 3 Zonen einzeln aus. Dann wog ich die so gewonnenen Papierstreifen auf einer Mikrowaage auf $^1/_{10}$ mg genau. Durch Addition der Schnitte erhielt ich dann das Gesamtergebnis und konnte so die Größenverhältnisse der Zonen miteinander vergleichen. Mit Hilfe eines Okular-Netz-Mikrometers zählte ich verschiedene Gesichtsfelder der Z. fasc. aus. Die Zellen für die Untersuchungen erwiesen sich, das Okular mit 5facher Vergrößerung und ein Objektiv mit 90facher Vergrößerung in Ölemersion am besten. Die nilblaugefärbten Gefrierschnitte sah ich mir auf ihre optisch-aktiven Elemente hin durch ein Polarisationsmikroskop an.

Bei allgemeiner Betrachtung der behandelten H.E.-Schnitte durch das Mikroskop trat ohne weiteres eine Verbreiterung der Fasc. in Erscheinung. Die Struktur war distinkter. Mitosen waren nicht vorhanden, auch in der Glom. nicht. Bei den sudangefärbten Schnitten zeigte sich eine Zunahme der fettfärbbaren Substanzen. Der allgemeine histologische Eindruck ließ unbedingt Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Tieren erkennen. Gewichtsmäßig habe ich diese Verbreiterung nun exakt bestimmt. Ich schlachtete 8 normale Tiere zur Kontrolle. Das Nebennieren-

gewicht in mg beträgt etwa den 5. Teil des Körpergewichtes in gr. Dieses Verhältnis ist ausgedrückt in dem Quotienten Nebennierengewicht im mgr mal 100 durch Körpergewicht in gr

$$q = \frac{\text{Nebennierengewicht}}{\text{Körpergewicht}} \cdot 100.$$

Dieser Quotient beträgt im Durchschnitt 20,0. Bei leichteren Tieren liegt er meistens darüber, bei schwereren darunter. Von meinen Kontrolltieren erhielt ich folgende Gewichte:

Körpergew.	Nbngew.	Quotient.
10,6	2,1	19,8
12,8	2,8	21,9
7,9	1,6	20,3
13	2,5	19,3
10,4	2,3	22,0
8,1	1,7	21,0
10,0	2,2	22,0
9,4	2,1	22,3

Gleichzeitig spritze ich eine Gruppe von 8 Tieren mit CH. Das Gesamtgewicht der lebenden betrug 72,9 gr. Nach meinen früheren Angaben spritze ich nun

$$(9{,}1 \cdot 0{,}05 = 0{,}46 \text{ ccm})$$

2 mal 0,23 ccm. Nach 24 Stunden schlachtete ich sie und hatte eine bedeutende Gewichtszunahme.

Körpergew.	Nbngew.	Quotient.
9,1	2,9	33
9,1	2,4	26,4
8,8	3,4	38,4
8,75	2,4	27,4
8,5	2,0	23,5
9,95	3	30,2
10,55	2,9	27,5
8,15	2,6	31,9

Nach Projektion und Zeichnung der H.E.-Schnitte schnitt ich die 3 Zonen aus. Die Gewichte dieser Papierstreifen haben keine absolute, hingegen eine relative Bedeutung. Als Beispiel möchte ich

das Ergebnis eines beliebigen Schnittes einer normalen und einer gespritzten Nebenniere angeben:

	Normal	Gespritzt
	gr	gr
Glom.	0,0301	0,0380
Fasc.	0,1518	0,2239
Ret.	0,0240	0,0206

Durch Addition der 25 gezeichneten Schnitte erhielt ich das Gesamtergebnis einer ganzen Nebenniere. Die so erhaltenen Gewichte der 8 normalen Tiere waren:

Glom.	Fasc.	Ret.
gr	gr	gr
0,8598	3,8817	0,4345
1,1791	4,1405	0,8438
0,9149	3,4345	0,5053
0,8465	3,1155	0,5328
1,0821	4,1782	0,6518
0,7759	4,0966	0,5854
0,8968	3,5567	0,4232
0,9093	3,8354	0,6369

Im Durchschnitt ergibt sich prozentual:

Glom.	Fasc.	Ret.
17 %	70 %	12 %

Dagegen ergab die Summe von jeweils einer Rindenzone der 8 gespritzten Tiere:

Glom.	Fasc.	Ret.
gr	gr	gr
0,9369	6,2701	0,5254
1,0445	6,1769	0,5392
1,3535	6,4204	0,7981
0,9930	5,5137	0,6656
0,9357	5,2262	0,7856
0,9622	6,0337	0,5639
1,1304	6,4386	0,5024
1,1310	6,7365	0,5423

Im Durchschnitt ergibt sich prozentual für die Gespritzten:

Glom.	Fasc.	Ret.
13 %	80 %	6 %

Die Endresultate der Gewichtsbestimmungen sind:

	Normal gr	Gespritzt gr
Glom.	7,4644	8,4872
Fasc.	30,2391	48,8161
Ret.	4,6237	4,9295

Die sich aus den Zahlen ergebende Tatsache einer absoluten Vergrößerung der Fasc. ergibt sich auch, wenn man das Verhältnis der einzelnen Zonen zu der Nebennierenrinde ausrechnet.

Es ergeben sich dann folgende Zahlen:

Normal:	18 %	70 %	11 %
Gespritzt:	13 %	78 %	8 %

Die Vergrößerung der Fasc. erfolgte also völlig isoliert ohne Beteiligung der anderen Zonen. Aus diesen Ergebnissen ist klar ersichtlich, daß die hyperplastische Zona fasc. absolut genommen um $^1/_3$ ihres ursprünglichen Gewichtes zugenommen hat. Dagegen drücken die Prozentzahlen das relative Verhältnis der Zonen aus. Die Glom. ist etwas schwerer geworden, während die innerste Rindenschicht, die Ret., unverändert geblieben ist. Nun taucht die Frage auf, ob diese Vergrößerung in so kurzer Zeit auf einer Zellvermehrung oder vielleicht nur auf einer Quellung beruht.

Um die quantitative Wertung der Schnitte auch histologisch noch weiter zu vervollständigen, zählte ich die Zellkerne in verschiedenen Gesichtsfeldern der Z. fasc. sowohl bei den normalen als auch bei den gespritzten Tieren aus. Die Ergebnisse waren völlig gleich. Ein Gesichtsfeld einer normalen Nebenniere enthielt z. B. 92 Zellen und das einer gespritzten auch. Ich zählte, da die Befunde so konstant waren, von je 2 Schnitten 5 Felder aus und bekam folgende Zahlen:

Normal:	107,	97,	111,	113,	92
	88,	92,	103,	83,	118

Gespritzt:	133,	110,	107,	96,	108
	113,	87,	123,	110,	93

Insgesamt ergaben sich:

Normal:	520	584
Gespritzt:	554	526 Zellen.

Folglich handelt es sich um eine echte Zellvermehrung. Auch zeigte sich bei meinen gespritzten Präparaten, daß die hyperplastisch gewordene Fasc. mit einer prallen Füllung der Gefäße und Capillaren, die parallel zu den Zellsträngen laufen, einhergeht. Die Gefäßanordnung tritt hier besonders deutlich hervor. Gegenüber den Kontrolltieren ist hier der Kern deutlich dunkler gefärbt und von einem hellen Protoplasmahof umgeben. Mitosen konnte ich nicht feststellen.

Eine besondere Aufgabe stellt noch die genaue Betrachtung des Lipoidbildes der Nebennierenrinde dar. Sie läßt hinsichtlich der Fettverteilung und des Fettgehaltes wesentliche Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Tieren erkennen. Nach Munck unterscheiden wir 3 Arten von Fetten in der Rinde:

Das Depotfett (Zellen des Fettgewebes).
Isotrope Fette (Fettsäuren, Phosphatide, Lecithine usw.).
Anisotrope Fette (Cholesterine).

Jaffé und Tannenberg sprechen noch von Neutralfetten, die Cholesterinester und im wesentlichen Lipoide wären. Bei eingehender Durchsicht meiner unbehandelten Sudanpräparate sah ich in der Glom. nur selten fettfärtbbare ungeordnet aneinander gelagerte Zellen. Die Fasc. zeigte in der angrenzenden Schicht vorwiegend fettgefärbte und ungeordnete allmählich mehr fettsubstanzlose auch schon in Strahlen geordnete zur Ret. übergehende Zellen. Diese ließen nun einheitlich aneinander gelagerte liopidarme Zellen erkennen, in denen fettfärbbare Substanzen fast vollkommen fehlten. Dagegen treten in der Zona glom. der gespritzten Tiere intensiv fettgefärbte mit großen Kernen versehene Zellen auf. Die von ihr durch einheitlich fettfärbbare Substanzen enorm verbreiterte Fasc. zeigt nur noch vereinzelt fettlose Zellen. Die streifenförmig geordneten Zellstränge kann man bis in die Ret. verfolgen, wo aber nur hin und wieder eine fettgefärbte Zelle in Erscheinung

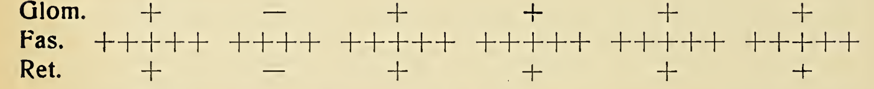
tritt. Eine gleichmäßige Fettinfiltration konnte ich nicht erkennen. Bezugnehmend auf die Färbeerfahrungen von Munck handelt es sich in der Fasc. und zum geringen Teil auch in der Glom. um eine wesentliche Zunahme der Depotfette und Lipoide, während nach einer genauen Untersuchung der nilblau gefärbten Präparate von einer Zunahme der anisotropen Fettsubstanzen wohl nicht gesprochen werden kann. Der Unterschied, der sich bei den durch das Polarisationsmikroskop betrachteten Schnitten durch Schätzung ergab, ist in einer anderen Anordnung der optisch aktiven Elemente zu suchen.

Die Kreuze (+) geben die Menge bzw. die Anordnung der gefundenen Lipoide an.

Kontrolltiere:

Glom.	—	—	—	—
Fas.	++	++	+	+
Ret.	—	—	—	—

Gespritzte Tiere:



Glom.	+	—	+	+	+	+
Fas.	+++++	++++	+++++	+++++	+++++	+++++
Ret.	+	—	+	+	+	+

In den Normalpräparaten sind die doppelbrechenden Lipoide in unzähligen kleinen bis kleinsten Kügelchen über die verschiedenen Zonen, natürlich im wesentlichen über die Fasc. verstreut. Dagegen sind sie in den behandelten Präparaten vereinzelt in schollenförmig angeordneten Klumpen, teils Sternchenform, über die Zonen verteilt.

Nach Jores und Beck ist die Größenzunahme der Nebennierenrinde schon 6 Stunden nach der Hormoninjektion vorhanden.

Es wäre noch von Interesse festzustellen, ob die von mir gefundenen Änderungen auch schon nach 6 Stunden deutlich sind. Ich injizierte die angegebene Dosis im Abstand von 3 Stunden. Als ich die Tiere nach 6 Stunden tötete, war eine Gewichtszunahme wie bei den 24-Stunden-Versuchen eingetreten.

Körpergew.	Nbngew.	Quotient.
13,8	3,9	28,3
9,4	3,2	33

Ich verarbeitete die davon hergestellten Schnitte histologisch genau so, wie vorher von mir angegeben. Gewichtsmäßig erhielt ich ganz den 24-Stunden-Versuchen entsprechende Resultate.

Glom.	Fasc.	Ret.
0,9019 gr	6,2287 gr	0,6568 gr

Auch die Zellzählung ergab dieselben Befunde.

100	99	117	108	101

insgesamt

525 Zellen.

Die Betrachtung der sudangefärbten Schnitte ließ auch eine enorme Fettvermehrung erkennen. Aber, durch das Polarisationsmikroskop untersucht, mußte ich die Feststellung machen, daß keine doppeltbrechenden, also optisch aktiven Lipoide vorhanden waren. Die Verbreiterung der Z. fasc. ist also bereits nach sechs Stunden vorhanden. Auch in vielen Schnitten waren Kernteilungsfiguren kaum vorhanden. Die Lipoide, die sich nach 24 Stunden in Form von groben Schollen fanden, werden nach 6 Stunden völlig vermißt. Dieser Befund, der einstweilen noch schwer zu deuten ist, weist auf die starke Umwandlung hin, die die Nebennierenrinde durch das corticotrope Hormon erfährt.

Zusammenfassung.

Eine eingehende histologische Untersuchung der Änderungen der Nebenniere der infantilen weißen Maus hatte folgendes Ergebnis:

Die unter der Wirkung des Hormons statthabende Gewichtszunahme der Nebennieren beruht auf einer isolierten Vergrößerung der Nebennierenrinde und hier ist es die Zona fasc., die erheblich vergrößert wird. Bei Projektion und Zeichnung der Serienschnitte derartiger Nebennieren ergab sich, daß die Zona fasc. sich um $^1/_3$ verbreiterte, während die übrigen Zonen unverändert blieben. Diese Verbreiterung der Zona fasc. beruht auf einer echten Hyperplasie, denn Kernzählungen ergaben sowohl bei behandelten wie bei unbehandelten Tieren dieselbe Kernzahl pro Gesichtsfeld. Kern-

teilungsfiguren konnten in den Präparaten nicht gefunden werden, hingegen war eine stärkere Durchblutung sehr deutlich. Bei Sudanpräparaten ließ sich erkennen, daß der Fettgehalt zugenommen hatte und zum Teil auch auf die Zona ret. übergriff. Bei Untersuchung mit dem Polarisationsmikroskop fand sich ein völlig anderes Lipoidbild. Während der Schnitt einer normalen Nebenniere durch das Polarisationsmikroskop betrachtet in der Zona fasc. fein verteiltes doppeltbrechendes Fett erkennen läßt, zeigten die Schnitte von mit Hormon behandelten Tieren die doppeltbrechenden Substanzen in groben Schollen. Das Bild ist außerordentlich eindrucksvoll und der Unterschied sehr markant.

Die im Vorhergehenden noch einmal geschilderten Veränderungen der Nebennieren finden sich bereits 24 Stunden nach Behandlung mit corticotropem Hormon. Nach Jores und Beck ist die Gewichtszunahme der Nebennieren bereits nach 6 Stunden vorhanden. Ein diesbezügliches Präparat zeigte dasselbe Bild, wie eben geschildert, nur ließ sich bei Untersuchung mit dem Polarisationsmikroskop überhaupt kein anisotropes Fett erkennen. Wir dürfen wohl daraus schließen, daß gerade der Lipoidgehalt der Nebennierenrinde unter der Wirkung des Hormons grundlegende Änderungen erfährt.

Die eben geschilderten Befunde stimmen mit denen von Anselmino und Hoffmann soweit überein, nur daß ich die Mitosen und Kernteilungsfiguren, über die Anselmino und Hoffmann berichtet haben, in meinen Präparaten nicht feststellen konnte.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, am Schlusse meiner Arbeit meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Priv.-Doz. Dr. Jores, für die Anregung zu vorliegender Arbeit, die liebenswürdige Unterstützung und stete Hilfsbereitschaft bei ihrer Ausführung zu danken.

Literaturverzeichnis.

Anselmino, Hoffmann u. Herold: Das corticotrope Hormon des Hypophysenvorderlappens. Arch. Gyn. **158**, 531 (1934). Klin. Wschr. **1934**, **I**, 209.

Dietrich u. Siegmund im Handbuch der pathol. Anatomie v. Lubarsch u. Henke, Band 8, 951.

Die Nebennieren und das chromaffine System. Berlin 1926.

Jaffé u. Tannenberg: Handbuch der inneren Sekretion, Bd. 1: Nebennieren. Leipzig 1932.

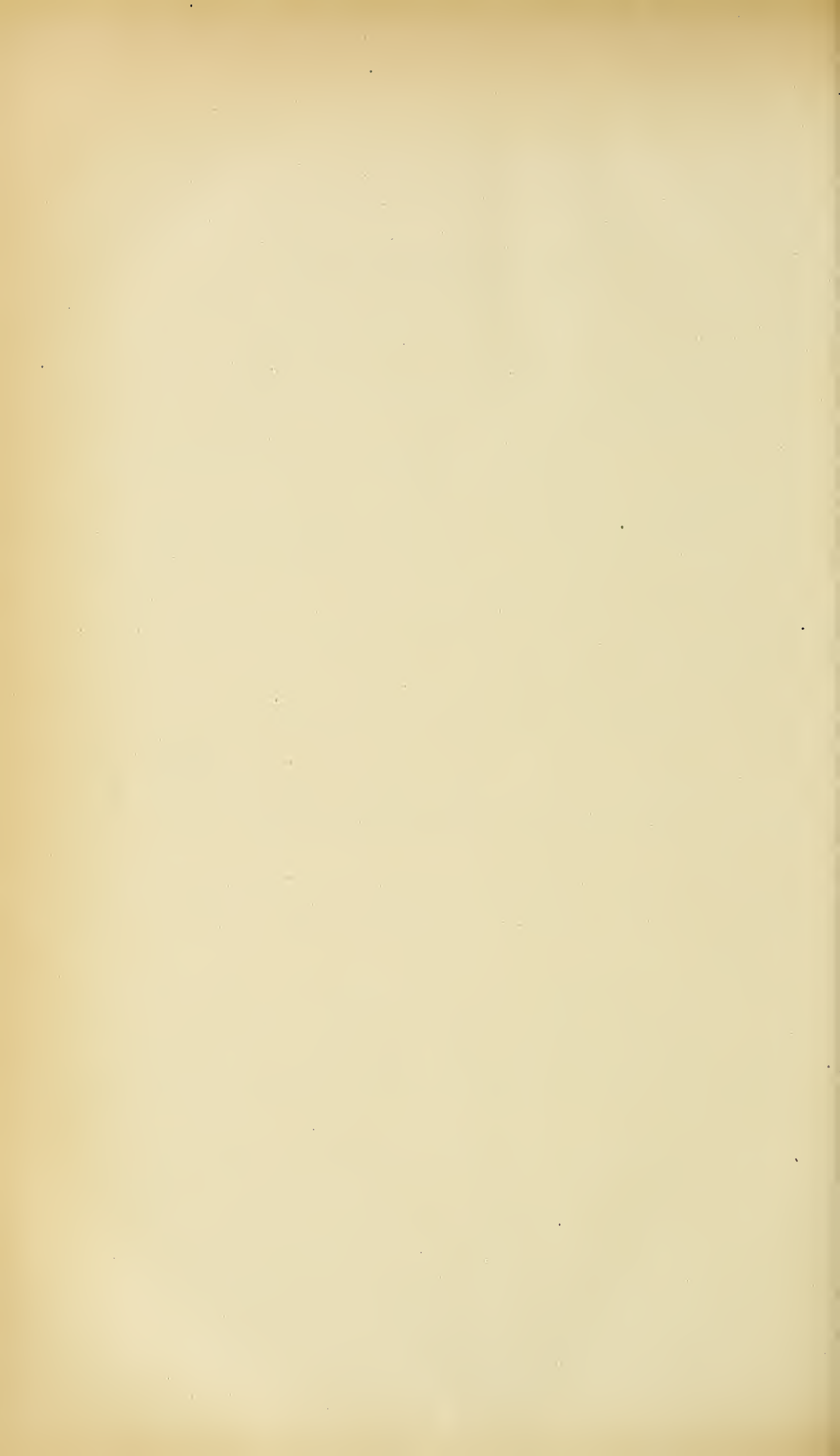
Jores u. Beck: Melanophorenhormon und Nebennieren. Eine biologische Testmethode für das corticotrope Hormon. Z. exper. Med. **94**, 293 (1935). Z. exper. Med. **97**, 622 (1936).

Jores, A.: Experimentelle Untersuchung über die Wirkung der Nebennieren auf die Hypophyse. 1. Mitteilung. Z. exper. Med. **97**, 805 (1936).

Krause: Enzyklopädie der mikroskopischen Technik. Band III. Berlin 1927.

Munck: Zur Physiologie des Interrenalsystems. Charité Annalen 1913.

Szymonowicz: Histologie und mikroskopische Anatomie. Leipzig 1924.



Aus dem Zoologischen Institut der Universität Rostock.

Untersuchungen über die Verdaungsfermente von Infusorien aus dem freien Wasser und aus dem Rinderpansen.

Von **Egon Schlottke.**

Einleitung.

Die Verdauung der Infusorien, wie der Protozoen überhaupt, wurde bisher nach drei Methoden untersucht. Zuerst beschränkte man sich auf die mikroskopische Beobachtung lebenden Materials. Man sah zu, welche Stoffe von den Protozoen aufgenommen werden, wie sie sich verändern und in welcher Form die Reste wieder ausgeschieden werden. Diese Art der Untersuchung ist nur möglich bei der Fütterung mit festen Substanzen. Durch Anwendung von Indikatoren als Vitalfarben gelang es, festzustellen, welche Wasserstoffionenkonzentration in den einzelnen Abschnitten der Verdauung herrscht. Verschiedene Fixierungs- und Färbungsmethoden und Mikroreaktionen ermöglichten den Nachweis von Fett, Stärke und Glykogen und die Unterscheidung zahlreicher anderer Stoffe. Gerade diese morphologischen und histologischen Methoden ergeben bei einiger Vorsicht sehr gute Resultate. So fand bereits Meißner (1888), daß von Stentor aufgenommene Stärkekörner im Laufe der Zeit Zerfallserscheinungen zeigen, daß in Vakuolen aufgenommene Organismen kleiner werden, daß dagegen gekochtes Hühnereiweiß unverändert bleibt. Stolc (1900) untersuchte Pelomyxa palustris. Von dieser Amöbe aufgenommene Weizenstärke zeigt nach 24 Stunden Risse. Gequollene Stärke wird intensiver verdaut. Die Reaktion in den Verdauungsvakuolen ist anfangs neutral, später sauer. Die Glanzkörper füllen sich mit Glykogen, wenn Stärke, aber auch wenn Watte oder Filtrier-

papier verfüttert wird. Also muß auch Zellulose von dieser Amöbe verdaut werden. Eiweiß und Fett verschwinden zwar in den Vakuolen, aber in den Glanzkörper war kein Zuwachs von Glykogen nachzuweisen. Nirenstein (1905) beobachtete die Eiweißverdauung bei Paramäcium. Die Nahrungsvakuolen sind in den ersten 20—30 Minuten sauer, später alkalisch. Erst in diesem Stadium beginnt der Zerfall der Eiweißkörper. Bakterien sterben ab, lassen aber keine morphologischen Veränderungen erkennen. Gelber Dotter wird bei alkalischer Reaktion aufgelöst, Eiweiß nur, wenn es sehr fein ausgeflockt ist.

Die zweite Methode ist die Kultur von Protozoen in Medien bekannter Zusammensetzung. Es wird die Vermehrung und das Wachstum der Tiere beobachtet und durch anschließende Analyse des Kulturmediums festgestellt, welche Stoffe verwertet wurden. Diese Methode war besonders erfolgreich bei Bakterien und autotrophen Flagellaten. Bei Rhizopoden und Ziliaten war die Beurteilung der Ergebnisse ungleich schwieriger, da hier Bakterien als Vermittler auftreten. Leichsenring (1925) fand, daß der Sauerstoffverbrauch einer nach Möglichkeit bakterienfrei gemachten Paramäcienkultur ansteigt, wenn der Kulturflüssigkeit Aminosäuren oder Pepton zugesetzt wurden. Kohlehydrate ließen den O_2-Verbrauch ebenfalls zunehmen. Emery (1928) verwandte als Versuchsobjekte möglichst gereinigte Paramäcien. Er titrierte die Kulturflüssigkeit zu Beginn des Versuchs und nach 12stündigem Aufenthalt der Ziliaten darin noch einmal und fand dann, daß auch unlösliche Aminosäuren wie Tyrosin und Cystin kräftig ausgenutzt werden. Gegen diese und ähnliche Arbeiten ist der Einwand erhoben worden, daß die Mitarbeit der Bakterien nicht ausgeschlossen werden konnte (v. Brandt 1935).

Die dritte Methode besteht darin, daß man aus einer möglichst großen Anzahl von Protozoen einer Art einen Extrakt herstellt, der auf die Anwesenheit von Fermenten geprüft werden kann. Auf diese Weise ist es gelungen, sowohl Eiweiß als auch Kohlehydrat verdauende Fermente bei Protozoen nachzuweisen. Hartog und Dixon (1893) fanden, daß ein wässeriger Extrakt aus Pelomyxa palustris Stärke sehr rasch in Dextrin umwandelt. Die Bildung reduzierender Zucker war jedoch nur schwach.

Fibrin wird sehr rasch in saurem Medium, Fett wird gar nicht angegriffen. Mouton (1902) arbeitete mit einem Glyzerinextrakt aus Amöben, die auf einer Coli-Kultur gezogen wurden. Gelatine wird von diesem Extrakt in „schwach saurem" Gebiet (sauer gegen Phenolphthalein, verflüssigt. Colibakterien greifen Gelatine nicht an.

Herstellung der Epistylisextrakte.

Nachdem nun in den letzten Jahren außerordentlich feine Methoden ausgearbeitet wurden, die es gestatten, auch sehr geringe Fermentmengen quantitativ zu erfassen, erschien es angebracht, noch einmal Extrakte aus Protozoen zu prüfen. Dazu ist die Beschaffung einer genügenden Menge von Ausgangsmaterial in genügender Reinheit erforderlich. Besonders günstig schien für den gewünschten Zweck das koloniebildende Infusor Epistylis zu sein. Dessen einzelne Individuen sind zwar recht klein, sitzen aber oft in solchen Mengen nebeneinander, daß ein bis 1 cm dicker Rasen die Unterlage überzieht. Das Versuchsmaterial war im Spätherbst in der Teufelskuhle in Rostock, einem von Bäumen umgebenen Parktümpel, auf dessen Grund zahlreiche Blätter und Äste in allen Stadien der Zersetzung liegen, in ausreichender Menge zu beschaffen. Die frisch geholten, zum Teil mit Epistylis besetzten Blätter und Zweige wurden in einer großen Glasschale ausgebreitet und die dann deutlich sichtbaren Kolonien vorsichtig mit der Pinzette abgestreift, in Leitungswasser kräftig hin- und hergeschwenkt, um die wenigen sich in der Kolonie aufhaltenden freilebenden Protisten auszuwaschen und dann in Glyzerin gelegt. Als Desinfiziens wurde Thymol zugesetzt. Der Glyzerinbrei wurde dann 24 Stunden in einen Brutschrank gestellt, durch Glaswolle filtriert und bis zum Verbrauch kalt aufbewahrt. Da es nicht möglich ist, wirklich alle fremden Lebewesen aus der Epistyliskolonie zu entfernen und auch sehr leicht Stückchen der Unterlage, die Fäulnisbakterien enthalten, in den Extrakt mit hineingelangen, wurde als Kontrolle ein Glyzerinextrakt aus einer größeren Menge von Zweigen und Blättern ohne Epistylisbesatz angefertigt. Beide Extrakte wurden gleichmäßig behandelt. Die Untersuchung mußte dann zeigen, wie-

viel von den im Infusorienextrakt nachgewiesenen Fermenten auf Rechnung anderer Lebewesen zu setzen ist.

Es wird vielfach empfohlen, die Gewebe, aus denen ein Fermentextrakt gewonnen werden soll, zunächst mit Azeton zu behandeln, den Rückstand zu trocknen und trocken aufzubewahren, da Fermente in diesem Zustand besonders haltbar zu sein pflegen. Kurz vor Beginn der Versuche können dann jeweils wässerige oder Glyzerinextrakte daraus hergestellt werden. Um auch diese Methode anzuwenden, wurden eine beträchtliche Anzahl Epistyliskolonien (und als Kontrolle ebenso unbesetzte Blätter und Stengelstückchen derselben Herkunft) zweimal zwei Stunden mit Azeton behandelt, bei 40^0 getrocknet und trocken aufbewahrt. Vor Beginn der Versuche wurden je 0,34 g Trockensubstanz mit 12 ccm Glyzerin 24 Stunden lang bei 38^0 extrahiert und durch Glaswolle filtriert. Der Epistylisextrakt wurde mit Ep. II und der Kontrollextrakt mit K. II bezeichnet.

Fermente in den Epistylisextrakten.

Nach den neuesten Ergebnissen unterscheidet man 6 verschiedene Proteasen. 3 von ihnen, die Proteinasen Pepsin, Kathepsin und Trypsin greifen natives Eiweiß an; Pepsin nur in Gegenwart von freier Salzsäure, Kathepsin in neutralem, Trypsin in alkalischem Medium. Kathepsin läßt sich durch Glutathion, H_2S und HCN aktivieren, Trypsin wird durch die beiden letztgenannten gehemmt. Als Substrat für die Proteinase wird Gelatine oder Kasein genommen. Eine Carboxypolypeptidase ist vorhanden, wenn die Spaltung von Chloracetyl-1-Tyrosin nachgewiesen werden kann, eine Aminopolypeptidase, wenn 1-Leucyl-Glycyl-Glycin abgebaut wird. Als Substrat für die Dipeptidase wird unter anderm Glycyl-Glycin genommen.

Die Verdauung wurde nach der Methode von Willstätter durch Titration der Abbaustufen mit alkoholischer Kalilauge gemessen. Als Substrat für die Untersuchung der Proteinase diente in den folgenden Versuchen eine 6 % Lösung von Kasein in KOH unter Zusatz von soviel Natriumzitratpuffer, daß die Wasserstoffionenkonzentration 9 betrug (vgl. Schlottke 1935 S. 385). Einzelheiten der Methoden mag man im Rona (1931) nachlesen.

Die Messung der Wasserstoffionenkonzentration erfolgte mit dem Wulffschen Folienkolorimeter. Für jeden Versuch wurden 2 ccm der Kaseinlösung mit 1 ccm H_2O und 0,5 ccm Fermentextrakt versetzt. Dann wurde gut durchgemischt und sofort 2mal 0,5 ccm der Ansatzflüssigkeit abpipettiert und mit n/100 alkoholischer KOH aus einer Mikrobürette bis zum Umschlagspunkt von Thymolphthalein titriert. Es wurde dann soviel absoluter Alkohol zugesetzt, daß die insgesamt zugesetzte Alkoholmenge 5 ccm betrug und noch einmal bis zum Umschlagspunkt titriert. Das Mittel aus dem Gesamtverbrauch an KOH beider Paralleltitrationen wurde als Ausgangswert genommen. Der Rest des Ansatzes wurde mit Toluol versetzt und 24 Stunden im Wasserbad bei 37° aufbewahrt und dann in derselben Weise noch einmal titriert. Die Differenz zwischen Anfangs- und Endablesung ist das Maß der Verdauung.

Die Ergebnisse der Proteinaseversuche sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Tabelle 1.

Ansatz	P_H	Mehrverbrauch von n/100 KOH nach 24 Std. bei 37° in ccm
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm H_2O + 1 ccm Epistylisextrakt I	9	0,23
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm H_2O + 1 ccm Kontrollextrakt I	9	0,14
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Epistylisextrakt I	9	0,22
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Kontrollextrakt I	9	0,16
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Epistylisextrakt II	9	0,14
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Kontrollextrakt II	9	0,09
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Epistylisextrakt I	5,9	—0,02
2 ccm 6 % Kasein + 0,5 ccm Zitrat + 0,5 H_2O + Epistylisextrakt I	6,4	—0,01
2 ccm 6 % Kasein + 0,25 ccm Zitrat + 0,75 ccm H_2O + Epistylisextrakt I	7,3	0,07

Eine Kontrolle mit gekochtem Extrakt ergab keinen Zuwachs. Da die Fehlergrenze bei dieser Versuchsanordnung, wie aus zahlreichen anderen Versuchen zu ersehen war, höchstens 0,1 ccm beträgt, ist also in dem Epistylisextrakt eine, wenn auch nur schwache Proteinase vorhanden. Ihr Optimum liegt im alkalischen Bereich. In den Kontrollextrakten aus

den Blättern und Stengeln mit ihrem Besatz ist ebenfalls eine allerdings noch etwas schwächere Proteinase vorhanden. Das Ferment war in dem Extrakt, der aus mit Azeton vorbehandeltem Trockenpulver hergestellt worden war, in sehr geringer Menge nachzuweisen. Einige Versuche, eine Aktivierung mit Enterokinase aus dem Schweinedarm durchzuführen, schlugen fehl, da es nicht gelang, diese so weitgehend vom Trypsin zu reinigen, daß einwandfreie Ergebnisse zu verzeichnen waren, zumal ja die Proteinase im Protozoenextrakt außergewöhnlich schwach ist. Nach der Lage des pH-Optimum könnte man die Proteinase als Trypsin ansprechen, jedoch kann diesen Versuchen wegen des geringen Ausschlages keine allzugroße Beweiskraft zugesprochen werden. Die Ergebnisse stehen allerdings in Übereinstimmung mit den Angaben von Nirenstein (1905), der bei Paramäcium Eiweißverdauung bei alkalischer Reaktion beobachtete.

Als Substrat für die Untersuchung der Carboxypolypeptidase diente eine 1 % Lösung von Chloracetyl-1-Tyrosin in Zitratpuffer, der so gemischt wurde, daß die Wasserstoffionenkonzentration in der endgültigen Lösung 7,0 betrug. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2.

Ansatz	P_H	Mehrverbrauch von n/100 KOH nach 24 Std. bei 37° in ccm
2 ccm 1 % Chloracetyl-l Tyrosin + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Epistylisextrakt I	7,0	0,10
2 ccm 1 % Chloracetyl-l Tyrosin + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Kontrollextrakt I	7,0	0,00
2 ccm 1 % Chloracetyl-l Tyrosin + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Epistylisextrakt II	7,0	0,00
2 ccm 1 % Chloracetyl-l Tyrosin + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Kontrollextrakt II	7,0	0,02

Dieses Ferment läßt sich also nicht mit Sicherheit nachweisen, da der Ausschlag zu gering ist. Es wurde nur gerade eben die Fehlergrenze erreicht.

Die Aminopolypeptidase wurde mit 1 % Lösung von 1-Leucyl-Glycyl-Glycin in Zitratpuffer bei pH 8,1 geprüft.

Tabelle 3.

Ansatz	P_H	Mehrverbrauch von n/100 KOH nach 24 Std. bei 37° in ccm
2 ccm 1 % Leucyl-Glycyl-Glycin + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Epistylisextrakt I	8,1	0,52
2 ccm 1 % Leucyl-Glycyl-Glycin + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Kontrollextrakt I	8,1	−0,01
2 ccm 1 % Leucyl-Glycyl-Glycin + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Epistylisextrakt II	8,1	0,13
2 ccm 1 % Leucyl-Glycyl-Glycin + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Kontrollextrakt II	8,1	−0,03

In dem Glyzerinextrakt aus frischen Epistylis ist also eine recht kräftige Aminopolypeptidase vorhanden. Die Vorbehandlung mit Azeton erwies sich als ungünstig.

Das letzte der eiweißverdauenden Fermente, die Dipeptidase, wurde mit 1 % Lösung von Glycyl-Glycin in Zitratpuffer geprüft.

Tabelle 4.

Ansatz	P_H	Mehrverbrauch von n/100 KOH nach 24 Std. bei 37° in ccm
2 ccm 1 % Glycyl-Glycin + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Epistylisextrakt I	7,9	1,22
2 ccm 1 % Glycyl-Glycin + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Kontrollextrakt I	7,9	0,00
2 ccm 1 % Glycyl-Glycin + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Epistylisextrakt II	7,9	0,21
2 ccm 1 % Glycyl-Glycin + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Kontrollextrakt II	7,9	−0,02

Die Dipeptidase ist also in dem Glyzerinextrakt aus Epistylis erstaunlich kräftig. Die Vorbehandlung mit Azeton ist auch für dieses Ferment nicht günstig. Diese Beobachtung steht in Übereinstimmung mit Angaben von Mansour-Bek (1932), wonach gerade die tierische Dipeptidase ganz besonders empfindlich gegen alle möglichen Einflüsse ist und sich eigentlich nur in Glyzerin längere Zeit hält.

Nach den bisher geschilderten Ergebnissen ist Epistylis für die Gewinnung der N-haltigen Substanzen im wesentlichen auf Poly- und Dipeptide und wohl auch auf Aminosäuren angewiesen. Genuines Eiweiß wird nur schwach angegriffen. Da diese Tiere unter gewöhnlichen Verhältnissen in einem Wasser leben, das zahlreiche Zerfallstoffe enthält, besteht wohl auch die Möglichkeit, diese in ausreichenden Mengen zu gewinnen.

Die Lipase wurde mit der stalagmometrischen Methode von Rona und Michaelis in ihrer Wirksamkeit auf Tributyrinlösung geprüft. Für den Versuch wurden zu 50 ccm Tributyrinlösung, die mit Phosphatpuffer auf pH 7,3 gebracht worden war, 1 ccm Extrakt hinzugefügt, und nach verschiedenen Zeitabschnitten die Tropfenzahl und damit der Gehalt an unzersetztem Tributyrin festgestellt. Die Versuche wurden bei 18° durchgeführt. Die Lipaseeinheiten wurden, wie in einer früheren Arbeit (Schlottke 1935) angegeben, als Quotient zwischen der Abnahme des Tributyringehaltes in % und der Zeit in Minuten berechnet. Bei den Versuchen stellte es sich heraus, daß der Lipasegehalt beider Epistylisextrakte 0,01 Einheiten betrug. Das ist ein zwar geringer, aber doch durchaus sicherer Wert, denn die Fehlergrenze der Methode beträgt etwa 0,001 Einheiten. An diese Grenze kam gerade der Kontrollextrakt heran, der höchstens 0,001 Einheiten enthielt. Beim Kontrollversuch mit gekochtem Epistylisextrakt war in den ersten 24 Stunden überhaupt kein Abbau zu finden. Im Gegensatz zu den Proteasen ließ sich für die Lipase kein nachteiliger Einfluß der Azetonbehandlung zeigen.

Zur Prüfung der Amylase wurden zunächst einige qualitative Versuche angesetzt. Als Substrat für sämtliche Versuche diente eine 1 % Lösung von lösl. Stärke, die soweit erhitzt wurde, daß die Lösung klar wurde, also alle Stärke in Lösung gegangen war.

5 ccm dieser 1 % Stärkelösung, 1 ccm Zitratpuffer und 0,5 ccm des zu prüfenden Extraktes wurden zusammengegossen, etwas Toluol zugefügt und im Wasserbad bei 37° aufbewahrt. In bestimmten Zeitabständen wurde 0,5 ccm dieser Ansatzflüssigkeit abpipettiert, mit 10 ccm H_2O verdünnt und die Jodprobe gemacht.

Der oben erwähnte Ansatz mit	war nach ½ Std.	3½ Std.	24 Std.
0,5 ccm Epistylisextrakt I	dkl. violett	rotviolett	gelbbraun
0,5 ccm Kontrollextrakt	„	dkl.violett	dkl.violett
0,5 ccm Epistylisextrakt (gekocht)	„	„	„

Der Epistylisextrakt enthält also eine deutlich nachweisbare Amylase, die durch Kochen zerstört wird und im Kontrollextrakt fehlt.

Auch dieses Ferment wurde noch quantitativ nach der Methode von Hagedorn und Jensen in der Modifikation von Issekutz und Both geprüft. Zu Beginn des Versuches und nach 5stdg. Verweilen im Wasserbad von 37° wurden je 3 ccm der Ansatzflüssigkeit mit n/20 Natriumthiosulfatlösung titriert.

Tabelle 5.

Ansatz	P_H	Zuwachs an Glukose nach 5 Std. bei 37° in mg
5 ccm 1 % Stärke + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Epistylisextrakt I	5,2	0,35
5 ccm 1 % Stärke + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Epistylisextrakt II	5,2	0,28
5 ccm 1 % Stärke + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Kontrollextrakt I	5,2	—0,10
5 ccm 1 % Stärke + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Kontrollextrakt II	5,2	0,00
5 ccm 1 % Stärke + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Epistylisextrakt I gekocht	5,2	0,01

Beide Epistylisextrakte bauen also Stärke ab, der mit Azeton vorbehandelte etwas schwächer. Die Änderungen des Glukosegehaltes in den Kontrollversuchen sind gleich Null oder liegen innerhalb der Fehlergrenzen.

Stärke ist zweifellos das für die Tierernährung wichtigste aus dem Pflanzenleben stammende polymere Kohlehydrat, da ja Zellulose im allgemeinen nicht angegriffen wird. In den letzten Jahren ist es aber bekannt geworden, daß Reservezellulose, die u. a. im Endosperm zahlreicher Samen, im Holz, Stroh, in vielen Pflanzen und auch in den Flechten vorkommt, von zahlreichen wirbellosen Tieren verwertet wird (Jewell and Lewis 1918). Aus den Flechten läßt sich dieser Stoff besonders leicht gewinnen und ist unter dem Namen Lichenin bekannt. Das diesen Stoff spaltende Ferment heißt Lichenase. Lichenin wurde von Karrer und von Pringsheim genauer untersucht. Es stellte sich heraus, daß es der Zellulose außerordentlich ähnlich ist. Beide sind optisch inaktiv. Ihr Röntgendiagramm soll allerdings verschieden sein. Licheninazetat und Zelluloseazetat haben chemisch dieselbe Zusammensetzung und dasselbe Drehungsvermögen.

Nach Pringsheim ist das Lichenin als quellbare Zellulose von geringer Teilchengröße aufzufassen. Karrer, Staub und Joos (1924) fanden, daß das Lichenin in zwei Stufen von zwei verschiedenen Fermenten abgebaut wird. Zunächst wirkt die Lichenase ein und führt die Spaltung bis zur Zellobiose (oder einem andern Zwischenprodukt) und diese wird durch eine Zellobiase zu Glukose gespalten. Gereinigte Lichenase greift andere Kohlehydrate nicht an.

Als Substrat für die Versuche wurde eine 0,1 % Lösung von gereinigtem Lichenin*) in kochendem Wasser benutzt. In 3 ccm der Ansatzflüssigkeit wurde die Menge der reduzierenden Zucker vor und nach dem Versuch nach Hagedorn-Jensen in gleicher Weise wie für die Prüfung der Amylase bestimmt. Ausgedehnte Versuche, die über Zeiten von 2, 5 und 24 Stunden liefen, zeigten keinerlei Zuwachs an reduzierenden Zuckern. Eine Lichenase

---

*) Für die Ueberlassung des Lichenins bin ich Herrn Prof. Karrer-Zürich zu großem Dank verpflichtet.

ist also in den Epistylisextrakten und auch in den Kontrollen nicht vorhanden.

Ergebnisse der Versuche mit Epistylis.

In den Epistylisextrakten ließen sich also nachweisen: eine wenn auch recht schwache, bei alkalischer Reaktion wirkende Proteinase, eine kräftige Aminopolypeptidase, eine noch stärkere Dipeptidase, eine schwache Lipase und eine schwache Amylase. Lichenase war nicht nachweisbar. Diese Ergebnisse stehen in guter Übereinstimmung mit der Angabe Nirensteins (1905), daß gelber Dotter, der zu etwa 45 % Fett, zu 20 % Phosphatiden und nur zu 30 % Proteide enthält, viel leichter verarbeitet wird als Eiweiß, dessen Trockensubstanz zu 90 % aus Proteinen und Glykoproteiden besteht und mit den Beobachtungen Leichsenrings (1925), daß Zusatz von Aminosäuren, Pepton oder Kohlehydraten zur Kulturflüssigkeit von Paramäzien, deren Sauerstoffverbrauch ansteigen läßt. Leichsenring schließt aus seinen Versuchen, daß Peptone und Kohlehydrate gut abgebaut und Aminosäuren gut verwertet werden. Der Vorteil der hier angewandten Methode besteht darin, daß die Mitarbeit lebender Bakterien durch den Zusatz von Desinfektionsmitteln verhindert wird, und vor allem daß die Möglichkeit besteht, die Fermente eines Extraktes quantitativ zu erfassen.

Was weiß man über die Bedeutung der Panseninfusorien?

Die Ophryoscoleciden, die zu den oligotrichen Infusorien gehören, kommen im Pansen der Wiederkäuer, im Blinddarm der Pferde und mancher Nager vor und sind auch bei einigen Menschenaffen gefunden worden. Sie sind also beschränkt auf Pflanzenfresser und zwar hauptsächlich auf solche, die die aufgenommene Nahrung in Gärkammern möglichst weitgehend auszunutzen versuchen. Neugeborene Wiederkäuer sind frei davon. Durch Hungerkuren und strenge Isolierung lassen sich auch erwachsene Tiere infusorienfrei machen. Die Neubesiedlung oder Wiederbesiedlung erfolgt durch direkte Übertragung von infizierten Tieren aus, durch

gegenseitiges Belecken oder sonstige Berührung. In gesunden Wiederkäuern vermehren sie sich so stark, daß nach Mangold bei normalen Tieren zwischen 700 000 und 1 200 000, im Mittel etwa 1 000 000 Infusorien je ccm Panseninhalt vorhanden sind.

Die Frage nach der Bedeutung der Ophryoscoleciden für den Wirt ist bis heute umstritten. Die Beantwortung hängt weitgehend davon ab, ob man der Ansicht ist, daß die Protozoen, die für die Wirbeltierfermente unangreifbare Zellulose verwerten können oder nicht. Und je nach den Versuchsergebnissen wird behauptet, daß die Ophryoscoleciden Symbionten wären, oder aber, daß man sie im günstigsten Falle als harmlose Kommensalen, wenn nicht gar als Parasiten ansehen müßte. Mangold als Anhänger der Symbiontentheorie weist noch darauf hin, daß die Infusorien wegen ihrer großen Menge einen beträchtlichen Bestandteil des Eiweißgehaltes des Pansens ausmachen. Da alle in den Blättermagen hineingelangenden Infusorien — nach Mangold täglich etwa 7 % der Gesamtmenge — verdaut und vom Wirtstier verwertet werden, wird beim Schaf etwa 1 % des Gesamteiweißverbrauches auf diesem Wege gedeckt. Er weist noch darauf hin, daß tierisches Eiweiß für den Wirt wertvoller ist als pflanzliches, daß also der Wirt auf alle Fälle ein Interesse an einer möglichst dichten Besiedlung des Pansens hat, selbst wenn Zellulose nicht von den Infusorien verdaut werden könnte. Nach Ferber (1928) steigt die Anzahl der Infusorien im Pansen beträchtlich an, wenn der Gesamtstoffwechsel des Wirtstieres größer wird. Bei kranken Tieren finden sich meist besonders wenig Ophryoscoleciden. Man kann diese Befunde immerhin als Indizienbeweise für die Richtigkeit der Symbiontentheorie betrachten. Im Jahre 1934, also ein Jahr später als das Referat von Mangold, erschienen 2 Arbeiten, die zu völlig verschiedenen Ergebnissen kommen. Weineck untersuchte einzelne Panseninfusorien mit Mikromethoden und erhielt positive Reaktionen auf Erythrodextrin, Achroodextrin, Maltose und Glykogen. Er beobachtete weiter im Gegensatz zu den Angaben von Dogiel und Winogradowa-Feodorowa (1930), daß Zellulosepartikel ihre Form verändern und ihre Doppelbrechung verlieren. Er fand, daß sich in zahlreichen Infusorien dieselben Stoffe nachweisen ließen, die bei der bakteriellen Zersetzung der Zellulose entstehen.

Da er aber einzelne Protozoen nicht längere Zeit hintereinander beobachten konnte, sondern alle Reaktionen an verschiedenen Tieren machen mußte, ist der Schluß, daß alle nachgewiesenen Stoffe wirklich in eine Reihe gehören, die mit dem Abbau der Zellulose beginnt, nicht zwingend.

Westphal (1934) arbeitete eine Methode aus, nach der es gelang, die Ophryoscoleciden unbeschränkt lange Zeit zu züchten. Durch Fütterungsversuche stellte er fest, daß reiner Panseninhalt nicht zur Ernährung der Infusorien ausreicht, trotzdem reichlich Zellulose darin vorhanden ist, daß der Zusatz von Stärke die Infusorien aber ausgezeichnet gedeihen läßt. Danach kommt er zu dem Schluß: „Eine Bedeutung der Infusorien für die Wirtstiere besteht nicht, da eine Spaltung der Zellulose durch Infusorien nicht erfolgt."

Aus den hier angeführten Ansichten geht hervor, daß die Frage nach der Bedeutung der Infusorien für den Wirt außerordentlich schwierig ist, daß daher jeder Versuch, von einer neuen Seite an das Problem heranzukommen, einen gewissen Wert hat. Die oben auf ein freilebendes Infusor angewandte Methode, einen Glyzerinextrakt herzustellen und dessen Gehalt an Verdauungsfermenten zu prüfen, soll daher auch auf diese Panseninfusorien angewandt werden.

Gewinnung und Reinigung der Infusorien und Herstellung der Extrakte.

Die Hauptschwierigkeit bestand darin, die Ziliaten von dem Nahrungsbrei und den Bakterien, mit denen sie zusammen vorkommen, zu trennen. Der Panseninhalt soeben geschlachteter Rinder wurde aus dem Schlachthof abgeholt und bis zur Verarbeitung in einem großen Wärmeschrank*) aufbewahrt. Das Material wurde sofort nach dem Eintreffen durch ein grobes Sieb gegossen, um die

---

*) Herrn Prof. Poppe danke ich für die Erlaubnis, die Isolierung der Infusorien im Landestierseuchenamt durchzuführen, Herrn Dr. Busch für seine tatkräftige Hilfe.

größeren Partikel zu entfernen. Wenn nötig wurde der Panseninhalt mit physiologischer NaCl-Lösung verdünnt. Die weitere Verarbeitung erfolgte bei Zimmertemperatur, da die Tiere hierbei langsamer abstarben, denn Gärungsprozesse in dem Material wurden dadurch wesentlich verlangsamt. In dem durchgesiebten Brei wurden durch schwaches Zentrifugieren (10 Min. bei 1500 Touren) die gröberen Bestandteile einschließlich der Infusorien zum Absetzen gebracht. Die darüberstehende Flüssigkeit war also Pansensaft mit dem größten Teil der darin befindlichen Bakterien. Durch sehr scharfes Zentrifugieren (30 Min. bei 3500 Touren) ließen sich die schwereren Bakterien von dem Pansensaft abtrennen. Dieser wurde sehr vorsichtig abgegossen und mit der dreifachen Menge Glyzerin versetzt und mit Thymol kalt aufbewahrt. Er wurde als „Pansensaft" zu Kontrollversuchen benutzt, um einen Anhaltspunkt dafür zu gewinnen, welche Fermente frei im Rinderpansen wirksam sind. Der Bodensatz, der im wesentlichen aus den Bakterien des Pansens bestand, wurde mit Glyzerin und Thymol versetzt, 24 Stunden bei 37 ^{0} extrahiert, filtriert und schließlich noch mit Toluol versetzt. Dieser Extrakt, als „Bakterienextrakt" bezeichnet, wurde ebenfalls als Kontrolle auf seinen Fermentgehalt geprüft. Er sollte einen Anhaltspunkt dafür geben, wieviel von der durch den Infusorienextrakt bewirkten Spaltung wohl auf Rechnung der Pansenbakterien zu setzen ist.

Nach dem erstmaligen schwachen Zentrifugieren hatte sich der Sand als Schwerstes unten abgesetzt, darüber lagen die Infusorien und oben lag eine dicke grüne Schicht aus gröberen und nach oben zu immer feiner werdenden Pflanzenteilchen. Deren oberste Lagen enthielten auch schon reichlich Bakterien. Die Trennung dieser drei Schichten war natürlich nicht scharf. Aber es war doch möglich, nach dem Abgießen der darüberstehenden Flüssigkeitsmenge mit einem Spatel den größten Teil der Pflanzenreste zu entfernen. Die unteren infusorienreichen Anteile wurden mit reichlich physiol. Kochsalzlösung aufgeschwemmt, nochmals zentrifugiert und wieder die oberen Lagen mit dem Spatel entfernt. Je weiter der Reinigungsprozeß fortschritt, um so mehr kleine Infusorien der Gattung Entodinium waren in den Schlammschichten vorhanden, die dann natürlich auch entfernt wurden. Nachdem die Reinigung 6 mal

wiederholt worden war, blieb schließlich eine kleine Menge eines weißlichen Breis zurück, der lediglich aus Sand und den größeren Infusorien bestand. Dazwischen lagen natürlich, besonders an den dichteren Wimperbüscheln, noch einige Bakterien. Ein Probeausstrich dieser Masse enthielt noch eine Anzahl winziger Stäbchen, der weitaus größte Teil der Bakterien war aber entfernt.

Die Infusorien wurden dann im Mörser zerrieben, mit Glyzerin und Thymol versetzt und 24 Std. im Wasserbad bei 37° aufbewahrt, durch Glaswolle filtriert und schließlich noch mit Toluol versetzt und kühl aufbewahrt. Es wurden unabhängig von einander an 2 verschiedenen Tagen 2 Extrakte, Ophryoscolecidenextrakt I. und II. hergestellt.

14 Tage nach Herstellung der Extrakte wurden Probeausstriche des Ophryoscolecidenextraktes und des Bakterienextraktes auf Agar und in Bouillon gemacht. Nach 24stündiger Aufbewahrung im Brutschrank waren auf den mit Ophryoscolecidenextrakt geimpften Platten ganz vereinzelte, auf den mit Bakterienextrakt geimpften zahlreiche Kolonien gewachsen. Die mit Ophryoscolecidenextrakt geimpften Bouillonproben waren ganz schwach getrübt, die mit Bakterienextrakt geimpften enthielten dicke Wolken.

Der Ophryoscolecidenextrakt war also nicht keimfrei, was ja auch von vornherein nicht zu erwarten war, aber er enthielt doch sehr viel weniger lebensfähige Bakterien als der Kontrollextrakt. Die mit Bakterienextrakt geimpften Bouillonkulturen blieben noch 3 Tage stehen, bis sich dicke Kahmhäute gebildet hatten. Diese wurden dann abpipettiert und aus ihnen ebenfalls in der üblichen Weise ein Extrakt hergestellt, der als „Bouillonextrakt" bezeichnet wurde und zur weiteren Kontrolle ebenfalls auf Fermente geprüft wurde.

Fermente in den Ophryoscolecidenextrakten.

Die Ophryoscolecidenextrakte und die Kontrollen wurden nach denselben Methoden auf ihren Fermentgehalt geprüft wie der Epistylisextrakt. Die Ergebnisse der Proteinaseversuche sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6.

Ansatz	P_H	Mehrverbrauch von n/100 KOH nach 24 Std. bei 37° in ccm
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Pansensaft	9	0,00
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm n/10 HCl + 0,5 ccm Pansensaft	5,7	—0,04
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Bakterienextrakt	9	0,09
2 ccm 6 % Kasein + 0,25 ccm Zitrat + 0,75 ccm H_2O + 0,5 ccm Bakterienextrakt	7,5	0,09
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm Zitrat + 0,4 ccm Bakterienextrakt	6,1	—0,03
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Bouillonextrakt	9	0,12
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm Zitrat + 0,5 ccm Bouillonextrakt	6,1	—0,04
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Ophryoscoleciden-extrakt I	9	0,23
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Ophryoscoleciden-extrakt II	9	0,15
2 ccm 6 % Kasein + 0,25 ccm Zitrat + 0,75 ccm H_2O + 0,5 ccm Ophryoscolecidenextrakt II	7,5	0,28
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm Zitrat + 0,5 ccm Ophryoscoleciden-extrakt II	6,1	0,46
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm n/10 HCl + 0,5 ccm Ophryo-scolecidenextrakt II	5,7	0,28
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm n/6 HCl + 0,5 ccm Ophryo-scolecidenextrakt II	3,8	—0,03
2 ccm 6 % Kasein + 1 ccm H_2O + 0,5 ccm Ophryoscoleciden-extrakt II (gekocht)	9	0,00
2 ccm H_2O + 1 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Ophryoscoleciden-extrakt II	9	—0,05

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß der Pansensaft kein eiweißverdauendes Ferment enthält, was ja auch schon bekannt war. Beide, Bakterienextrakt und Bouillonextrakt, enthalten eine nur im alkalischen wirksame außerordentlich schwache Proteinase, deren Stärke der Fehlergrenze bedenklich nahe kommt. Beide Infusorienextrakte enthalten ein deutlich nachweisbares eiweißverdauendes Ferment, das sein Optimum im schwach sauren Gebiet in der Nähe des Neutralpunktes hat. Der Unterschied in der Fermentstärke zwischen Bakterienextrakt und

Ophryoscolecidenextrakt und die verschiedene Lage des pH-Optimums lassen den Schluß gerechtfertigt erscheinen, daß die hier gefundenen Proteinase wirklich aus den Infusorien stammt. Diese können also Eiweiß kräftiger spalten als die freilebenden Epistylis. Nach der Lage des pH-Optimums könnte die Proteinase Kathepsin oder Trypsin sein, denn auch dieses hat manchmal ein bis ins schwach saure Gebiet reichende Optimum. Beide unterscheiden sich durch ihr Verhalten gegen H_2S und HCN. Trypsin wird durch diese Stoffe gehemmt, Kathepsin dagegen aktiviert. Entsprechende Versuche zeigten, daß nach Durchleitung von H_2S oder nach Hinzufügen einer schwachen Lösung von HCN die Verdauung stark gehemmt oder sogar völlig unterbunden wird. Man kann also wohl annehmen, daß die Infusorien des Rinderpansens ein Trypsin besitzen.

Die Polypeptidasen wurden nicht geprüft, da ja die Aminopolypetidase gewöhnlich eine Art Zwischenstellung zwischen der Proteinase und der Dipeptinase einnimmt und die Carboxypolypeptidase nur dann in größerer Menge vorhanden ist, wenn gleichzeitig Kathepsin nachweisbar ist. Die Ergebnisse der Dipeptidaseversuche sind in Tabelle 7 dargestellt.

Der Pankreassaft enthält also keine Dipeptidase, in dem Bakterienextrakt ist sie dagegen recht kräftig, und in dem einen Ophryoscolecidenextrakt noch kräftiger. Sie ist allerdings bei weitem nicht so stark, wie die im Epistylisextrakt. Bei den Panseninfusorien geben im Gegensatz zu den freilebenden Epistylis Proteinase und Dipeptidase einen ungefähr gleichen Ausschlag. Unter Berücksichtigung der bei der Herstellung der Extrakte angewandten Methoden kann man wohl auch die Dipeptidase der Ophryoscoleciden für nachgewiesen ansehen, denn falls man die Wirkung den Bakterien zuschreiben wollte, müßten ja etwa doppelt soviel Bakterien im Ophryoscolecidenextrakt vorhanden sein als im Bakterienextrakt, und das ist nicht der Fall.

Die stalagmometrische Prüfung der Lipase ergab für den Ophryoscolecidenextrakt I 0,04, für den Ophryoscolecidenextrakt II 0,1 Lipaseeinheiten, also sehr viel mehr als für den Epistylisextrakt. Die Tropfenzahl blieb bei Zusatz von gekochtem Extrakt während 18 Stunden unverändert. Im Pansensaft war keine Lipase nach-

Tabelle 7.

Ansatz	P_H	Mehrverbrauch von n/100 KOH nach 24 Std. bei 37° in ccm
2 ccm 1 % Glycyl-Glycin + 1 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Pankreassaft	7,4	−0,12
2 ccm 1 % Glycyl-Glycin + 1 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Bakterienextrakt	7,4	0,34
2 ccm 1 % Glycyl-Glycin + 1 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Bouillonextrakt	7,4	0,08
2 ccm 1 % Glycyl-Glycin + 1 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Ophryoscolecidenextrakt I	7,4	0,14
2 ccm 1 % Glycyl-Glycin + 1 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Ophryoscolecidenextrakt II	7,4	**0,57**
2 ccm 1 % Glycyl-Glycin + 1 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Ophryoscolecidenextrakt II	7,2	0,56
2 ccm 1 % Glycyl-Glycin + 1 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Ophryoscolecidenextrakt II	7,0	0,46
2 ccm 1 % Glycyl-Glycin + 1 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Ophryoscolecidenextrakt II (gekocht)	7,4	−0,02

zuweisen. Zur größten Überraschung enthielt der Bakterienextrakt aber eine um ein Vielfaches stärkere Lipase. Es ließen sich nämlich 1,0 Einheiten feststellen. Danach schien es zunächst aussichtslos, den Ophryoscoleciden eine Lipase zuzuschreiben, wenn auch Ferber (1928) angibt, daß aus der Milch stammende Fettkügelchen in den Nahrungsvakuolen zerfallen. Die einzige Möglichkeit eines Nachweises lag noch in dem Versuch, spezifische Verschiedenheiten zwischen der Bakterienlipase und der Infusorienlipase aufzufinden. Als Charakteristikum einer Lipase gilt nun nicht ihr pH-Optimum, sondern ihr Verhalten gegen Gifte (Tabelle 8).

Durch Atoxyl wird also die Ophryoscolecidenlipase gar nicht gehemmt, die der Bakterien dagegen zu 19 %. Chinin und NaF hemmen die Bakterienlipase weitaus stärker als die Infusorienlipase, und gegen Strychnin zeigen beide Extrakte ein voneinander völlig verschiedenes Verhalten. Die gegen die andern Gifte widerstandsfähigere Ophryoscolecidenlipase wird in ihrer Wirksamkeit fast

Tabelle 8.

Zu 50 ccm Tributyrin (PH = 7,9) wurden zugesetzt

1 ccm Ophryoscolecidenextrakt II — dazu	Lipase-einheiten	Hemmung in %	1 ccm Bakterienextrakt — dazu	Lipase-einheiten	Hemmung in %
1 ccm H_2O	0,10	—	1 ccm H_2O	1,0	—
1 ccm 3 % Chininchlorhydrat	0,07	30	1 ccm 3 % Chininchlorhydrat	0 2	80
1 ccm 1 % Atoxyl	0,10	—	1 ccm 1 % Atoxyl	0,81	19
1 ccm 3 % NaF	0,075	25	1 ccm 3 % NaF	0,27	75
1 ccm 1 % Strychninnitrat	0,008	92	1 ccm 1 % Strychninnitrat	0,50	50

völlig unterbunden, während die Bakterienlipase noch zur Hälfte wirksam bleibt. Selbst den ungünstigsten Fall angenommen, daß die nach Strychninzusatz im Ophryoscolecidenextrakt noch vorhandenen 0,008 Einheiten ganz auf die Bakterienwirkung zurückzuführen wären, könnten im ungehemmten Ektrakt nur 0,016 Lipaseeinheiten vorhanden sein. Dadurch konnte also gezeigt werden, daß die im Ophryoscolecidenextrakt vorhandene Lipase nicht den Bakterien zugeschrieben werden kann, sondern aus den Infusorien stammt.

Nach Westphal (1934) ist Stärke das Hauptnahrungsmittel der Panseninfusorien. Bei der Prüfung der Extrakte auf Amylase fand sich folgendes Ergebnis: Tabelle 9.

Tabelle 9.

Ansatz	PH	Zuwachs von Glukose nach 5 Std. bei 37° in mg
5 ccm 1 % Stärke + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Ophryoscolecidenextrakt I	5,2	2.05
5 ccm 1 % Stärke + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Ophryoscolecidenextrakt II	5,2	3.11
5 ccm 1 % Stärke + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Ophryoscolecidenextrakt II (gekocht)	5 2	– 0,06
5 ccm 1 % Stärke + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Magensaft	5,2	—0,04
5 ccm 1 % Stärke + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Bakterienextrakt	5,2	0,28

Die Amylase ist also in Übereinstimmung mit früheren Angaben außerordentlich kräftig. Im Pansensaft ist gar keine, im Bakterienextrakt nur eine sehr schwache Amylasewirkung nachzuweisen.

Nachdem alle bisherigen Versuche erwartungsgemäß verlaufen waren, soll jetzt noch die für die Bedeutung der Panseninfusorien für den Wirt wichtigste Frage der Zelluloseverdauung angefaßt werden. Zellulose ist in Wasser nicht löslich. Da aber eine möglichst feine Verteilung des Substrates im Interesse der leichteren Angreifbarkeit und damit der Erhöhung der Versuchsempfindlichkeit notwendig ist, wurde in folgender Weise verfahren. Filtrierpapier wurde in H_2O eingeweicht, Speichel dazugesetzt und 24 Stunden in 37 ⁰ aufbewahrt, um die Gewißheit zu haben, daß alle Stärkereste daraus entfernt sind. Anschließend wurde das Papier längere Zeit sehr sorgfältig gewaschen, das Wasser abgepreßt und das Filtrierpapier getrocknet. Es wurde dann in Kupferoxydammoniak aufgelöst, die Lösung durch Glaswolle filtriert und die Zellulose durch allmählichen Zusatz von Wasser in feinster Verteilung wieder ausgefällt, und schließlich noch mehrere Male mit H_2O über Glaswolle nachgewaschen. Die so gewonnene Zellulose wurde in Wasser aufgeschwemmt. Sie war so fein, daß sie sich ohne weiteres in eine Meßpipette einsaugen ließ. Für den Versuch wurde 5 ccm dieser Aufschwemmung mit 2 ccm Zitratpuffer und 0,5 ccm des zu prüfenden Extraktes mit etwas Toluolzusatz 24 Stunden in 37 ⁰ belassen und zu Beginn und zum Schluß des Versuchs nach Hagedorn-Jensen auf reduzierende Zucker geprüft. Alle Versuche verliefen negativ. Auch ein Versuch, die Verdauung anärob unter CO_2 Atmosphäre durchzuführen, hatte kein positives Ergebnis. Eine Zellulase wurde also weder im Ophryoscolecidenextrakt noch im Bakterienextrakt gefunden.

Wie oben ausführlich erwähnt wurde, ist bei zahlreichen wirbellosen Tieren eine Lichenase gefunden worden, also ein Ferment, das Reservezellulose angreift. Es fehlt aber bei allen darauf geprüften Wirbeltieren (Jewell and Lewis 1918). Im Epistylisextrakt war sie nicht zu finden. Es mußte nun der Versuch

gemacht werden, sie im Ophryoscolecidenextrakt nachzuweisen (Tabelle 10).

Tabelle 10.

Ansatz	P_H	Zuwachs von Glukose nach 5 Std. bei 37° in mg
5 ccm 0,1 % Lichenin + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Ophryoscolecidenextrakt II	5,2	0,33
5 ccm 0,1 % Lichenin + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Ophryoscolecidenextrakt II	5,2	0,34
5 ccm 0,1 % Lichenin + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Ophryoscolecidenextrakt II (gekocht)	5,2	—0,06
5 ccm 0,1 % Lichenin + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Pansensaft	5,2	—0,09
5 ccm 0,1 % Lichenin + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Bakterienextrakt	5,2	0,08
5 ccm 0,1 % Lichenin + 2 ccm Zitratpuffer + 0,5 ccm Bouillonextrakt	5,2	0,13

Es ist also im Ophryoscolecidenextrakt eine schwache, aber deutlich nachweisbare Lichenase vorhanden. Sie ist in dem Bakterienextrakt und im Bouillonextrakt nur so schwach, daß sie gerade eben die Fehlergrenze erreicht. Da die durch dieses Ferment angreifbare Reservezellulose in Pflanzen, Holz, Stroh usw. außerordentlich weit verbreitet ist, ist auch die Tatsache, daß Zellulosesplitter aufgenommen werden, durchaus verständlich. Wenn diese beträchtliche Mengen Reservezellulose enthalten, erklärt sich auch die Beobachtung mancher Autoren (Weineck u. a.), daß sie ihre Form verändern. Andererseits ist auch durchaus zu verstehen, daß dieses schwach wirkende Ferment nicht imstande ist, soviel Reservezellulose zu spalten, daß dadurch der Gesamtbedarf der Infusorien an Kohlehydraten gedeckt wird. Also stehen diese Ergebnisse auch nicht in Widerspruch zu den sauberen Versuchen Westphals. Da Reservezellulose durch Fermente der Wirbeltiere nicht angegriffen wird, muß man den Ophryoscoleciden wohl doch einen Nutzen für den Wirt zusprechen.

Auch eine geringe Spaltung der Reservezellulose in verwertbare Sacharide muß dem Wirt auf die Dauer einen Vorteil gewähren, zumal die Zahl der Infusorien ja ungeheuer groß ist.

Abgesehen vom Nachweis der Licheninverdauung durch die Ophryoscoleciden ist in diesen Versuchen zwar kein qualitativ neues Ergebnis zu verzeichnen, aber dadurch, daß es mit der angewandten Methode möglich war, die einzelnen Fermente quantitativ zu erfassen, sind zahlreiche Fehlermöglichkeiten, die mit den bisherigen Methoden nicht ausgeschaltet werden konnten, beseitigt worden. Beim Vergleich der Fermentkonzentrationen sieht man erst, wie weit sich die Infusorien des freien Wassers von denen aus dem Rinderpansen in ihrem ganzen Stoffwechsel unterscheiden.

Zusammenfassung.

1. Es wurde ein Glyzerinextrakt aus Epistylis hergestellt und darin eine schwache Proteinase, eine kräftige Polypeptidase und eine sehr starke Dipeptidase gefunden. Die Lipase war schwach, die Amylase ebenfalls. Lichenase war nicht nachzuweisen.

2. Ein Glyzerinextrakt aus Infusorien des Rinderpansens enthielt eine im schwach sauren Gebiet besonders wirksame Proteinase und eine Dipeptidase. In einem Kontrollextrakt aus Bakterien des Panseninhaltes waren diese Fermente deutlich schwächer. Die Lipase des Infusorienextraktes war kräftig, die des Bakterienextraktes sehr stark. Beide unterschieden sich aber durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen Gifte. Die Amylase der Ophryoscoleciden ist außerordentlich stark, die des Bakterienextraktes sehr schwach. Eine Lichenase war im Infusorienextrakt deutlich nachzuweisen. Im Kontrollextrakt erreichte sie gerade die Fehlergrenze Zellulase war nicht aufzufinden.

3. Die Panseninfusorien können also Reservezellulose-Lichenin verwerten, daher muß man ihnen einen, wenn auch geringen Nutzen für den Wirt zusprechen. Sie sind also als Symbionten zu bezeichnen.

Erwähnte Arbeiten.

v. Brand, Th. 1935. Der Stoffwechsel der Protozoen. Ergebn. d. Biol. 12.

Dogiel, V., und Winogradowa, Th. 1930. Experimentelle Untersuchungen zur Biologie der Infusorien des Wiederkäuermagens. Wiss. Arch. f. Landwirtschaft, 3.

Emery, F. E. 1928. The Metabolisme of Aminoacids by Paramecium caudatum. The J. of Morph. 45.

Ferber, K. E. 1928. Die Zahl und Masse der Infusorien im Pansen und ihre Bedeutung für den Eiweißaufbau beim Wiederkäuer. Zs. f. Tierzüchtung u. Züchtungsbiol. 12.

Hartog, M., and Dixon, A. E. 1893. On the digestive Ferments of a large Protozoon. Rep. 63. Meet. Brit. Ass. Adv. Sci.

Jewell, M., and Lewis, H. B. 1918. The occurence of Lichenase in the digestive tract of Invertebrates. J. Biol. Chem. 33.

Karrer, P., Staub, M., und Joos, B. 1924. Ueber die Zerlegung der „Lichenase" in Teilenzyme. Helvetica Chimica Acta. Vol. VII, 1.

Karrer, P. 1925. Einführung in die Chemie der polymeren Kohlehydrate. Kolloidforschg. in Einzeldarstellungen. 3.

Leichsenring, J. M. 1925. Factors influencing the rate of oxygen consumption in unicellular organismes. Amer. J. of Physiol. 75.

Mangold, E. 1933. Die Infusorien des Pansens und ihre Bedeutung für die Ernährung der Wiederkäuer. Biedermanns Zentralbl. A. N.F. 3.

Mansour-Bek, J. J. 1932. Die proteolytischen Enzyme von Maja squinado. Zs. f. vergl. Physiol. 17.

Meißner, M. 1888. Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protozoen. Zs. wiss. Zool. 46.

Mouton, H. 1902. Recherches sur la digestion chez les amibes et sur leur diastase intrazellulaire. Ann. Inst. Pasteur. 16.

Nirenstein, E. 1905. Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protisten. Zs. f. allg. Physiol. 5.

Pringsheim, H. 1931. Die Polysaccharide. 3. Aufl. Berlin.

Rona, P. 1931. Praktikum der physiol. Chemie. Berlin.

Schlottke, E. 1935. Biologische, physiologische und histologische Untersuchungen über die Verdauung von Limulus. Zs. f. vergl. Physiol. 22.

Stolc, A. 1900. Beobachtungen und Versuche über die Verdauung und Bildung der Kohlehydrate bei einem amöbenartigen Organismus Pelomyxa palustris. Zs. wiss. Zool. 68.

Weineck, E. 1934. Die Zelluloseverdauung bei den Ziliaten des Wiederkäuermagens. Arch. f. Protistenk. 82.

Westphal, A. 1934. Studien über Ophryoscoleciden in der Kultur. Zs. f. Parasitenk. 7.



Aus dem Zoologischen Institut der Universität Rostock.

Ein bemerkenswerter Gynander der Zecke Hyalomma detritum damascenium P. Sch. u. Schl. 1929.

Von P. Schulze.

Mit 3 Abbildungen.

Unter dem Zeckenmaterial, das Herr Dr. Oytun, Ankara, aus seiner Heimat mitbrachte, fiel ein fast vollgesogenes Weibchen durch eine Einkerbung am Hinterrand auf, die bei Betrachtung mit bloßem Auge zunächst für eine verheilte Verletzung angesehen wurde. Eine spätere genauere Untersuchung ergab dann, daß es sich bei dem im Juli in Ankara vom Rind abgenommenen Tier um einen sehr merkwürdigen Gynandromorphen von Hyalomma detritum damascenium P. Sch. u. Schl. handelte.

Das Weibchen dieser aus Damaskus beschriebenen geographischen Rasse war noch unbekannt. Es unterscheidet sich von den nächst verwandten Unterarten detritum dardanicum P. Sch. u. Schl. aus Mazedonien und detritum mauretanicum Senevet aus Algier durch das auffallend langgestreckte und hinter den Augen nur schwach eingezogene Scutum. Die Verbreitung von damascenium erstreckt sich nach unserer heutigen Kenntnis von Syrien über die Türkei bis Persien.

Im ganzen sind unter den vielen Tausenden von Zecken, welche durch die Hände der Forscher gingen, nur sieben Gynander gefunden worden, die sämtlich der Familie Ixodidae angehören. Den ersten Fall beschrieb Joan 1919, ich selbst 1933 zwei weitere,

denen Brumpt 1934 noch drei hinzufügte. Sämtliche Exemplare sind von den Autoren abgebildet worden. Die Abbildung des Joanschen „Zwitters" wird von den beiden andern Verfassern ihren Arbeiten noch einmal beigegeben. Vier Tiere gehören der Gattung Amblyomma an (Joan 1, P. Schulze 1, Brumpt 2), eins zu Rhipicephalus (Brumpt), eins zu Hyalomma (P. Schulze), wozu nun noch das neu entdeckte Stück kommt. Es sei zum besseren Verständnis des Folgenden kurz darauf hingewiesen, daß die Rückenseite der Weibchen aus dem Scutum, einem kleinen am Vorderende gelegenen festen Schild und dem weichen dehnbaren Alloscutum besteht. Bei den Männchen sind dagegen beide Abschnitte zu einer einheitlichen harten Rückenplatte, dem Conscutum, verschmolzen. Bei den bisher bekannten Tieren handelt es sich um mehr oder weniger vollkommene Halbseitengynander, bei denen sich die männliche Conscutumhälfte unmittelbar an das weibliche Scutum anschließt. Bei 5 von ihnen befindet sich der männliche Anteil auf der rechten Seite, nur bei dem von mir beschriebenen Exemplar von Amblyomma scutatum Neum. auf der linken. Auffallend ist, daß bei allen diesen geschlechtlichen Mischformen der Verlauf des verzweigten Darmes keine Störung erfahren hat. Sie waren imstande, größere Blutmengen aufzunehmen, so daß bei der starken Dehnungsmöglichkeit der weiblichen Abschnitte teilweise ganz bizarre Tiergestalten zustande kamen. Der neue Gynander weicht nun von allen bekannten dadurch ab, daß die beiden verschiedengeschlechtlichen Anteile nicht am Vorderende nebeneinander liegen, sondern daß der männliche am Hinterende des sonst weiblichen Körpers eingekeilt ist (Abb. 1 ♂). Auf der Rückenseite finden wir hier ein männliches Teilschild, das in der Längsrichtung etwa Dreiviertel, in der Quere genau die Hälfte eines normalen Conscutums ausmacht. Wie schon erwähnt, hat das weibliche Alloscutum die Fähigkeit, sich bei der Blutaufnahme sehr stark auszudehnen, und zwar auf Grund eines komplizierten Systems von Dehnungsfalten. Diese Möglichkeit ist in der einheitlichen Rückenplatte des Männchens nicht gegeben. Hier können nur einige gröbere Einfaltungen am Hinterende der Bauchseite ausgeglichen und vor allem die Seitenhaut vorgedrückt werden. Wie ein hemmender Fremdkörper liegt bei unserem Gynander der

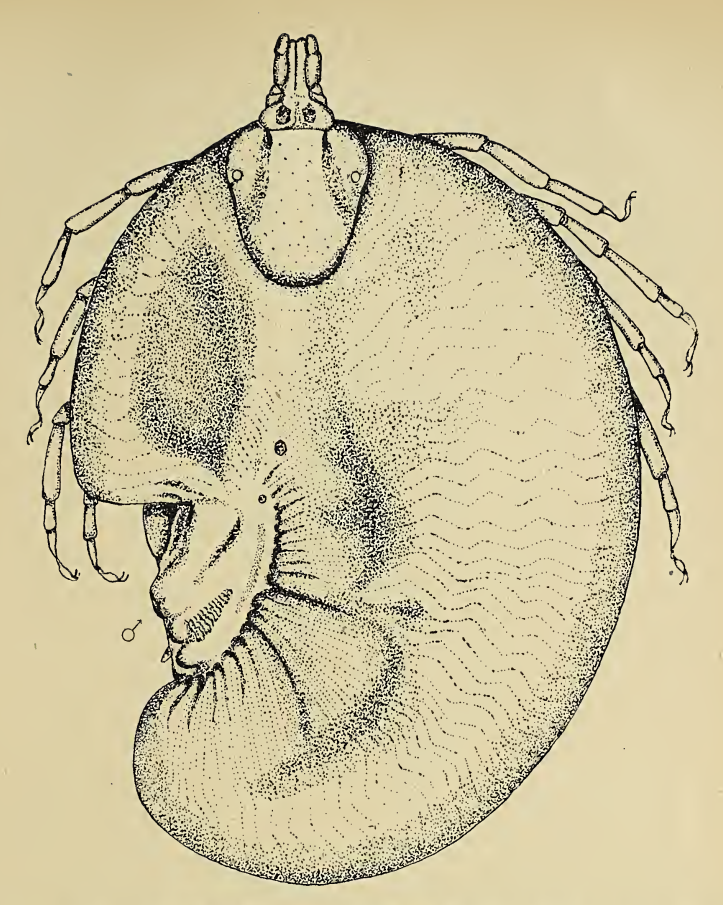


Abb. 1. Hyalomma detritum damascenium P. Sch. u. Schl. Gynander, Rückenseite. ♂ Das männliche Teilschild 12:1.

männliche Schildteil in einem weiblichen Körper, verhindert daher die gleichmäßige Dehnung der Falten und gibt so Anlaß zu dem eigentümlichen Umrißbild des Körpers. Auf der linken Seite sehen wir, wie zwischen der eigentlichen Begrenzung des Conscutums und dem darüber fast rechtwinklig vorspringenden weiblichen Alloscutum die vorgequollene Seitenhaut des männlichen Teiles in Erscheinung tritt. Die beiden Rückensinnesorgane, die Foveae dorsales sind in normaler Ausbildung vorhanden. Im Regelfall stehen sie nebeneinander oder sind nur wenig gegeneinander verschoben; hier aber liegt die kleinere männliche Fovea fast senkrecht unter der größeren

weiblichen. Die Bauchseite der beschriebenen Einsprengung zeigt uns besondere interessante Verhältnisse. Im Gegensatz zum Rücken ist sie nicht ganz männlich, sondern stellt ein Gemisch von Anteilen beider Geschlechter dar (Abb. 2). Hervorgehoben muß zunächst werden, daß die Gattung Hyalomma als zusätzliches Geschlechtsmerkmal beim Männchen eine Analbeschilderung be-

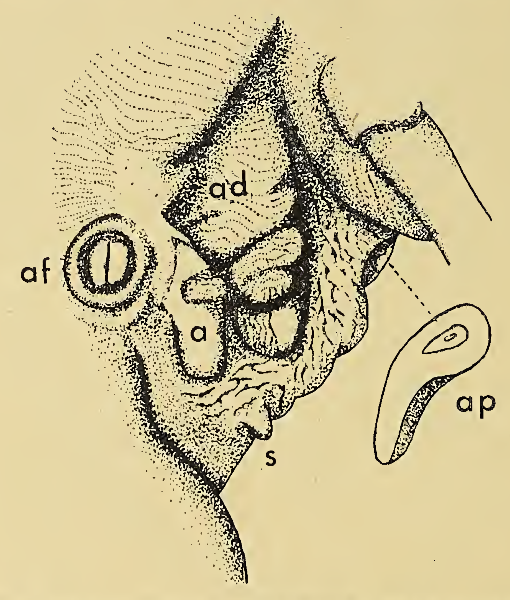


Abb. 2. Das eingesprengte männliche Stück des Gynanders von unten. af = After; a = Analplatte; ad = Adanalwulst; s = Subanalplatte; ap = Atemplatte. (25:1) sonst 15:1.

sitzt, die aus drei stark chitinisierten Platten besteht. Die beiden größeren von ihnen, die Anal- und Adanalplatte, liegen Wülsten auf, die auch beim Weibchen vorhanden sind. Die Analplatte bekleidet diesen Wulst fast ganz, ihr kaudales Ende steht aber frei vor (Abb. 3). Die Adanalplatte bedeckt nur mehr oder weniger weit den distalen Teil der Vorwölbung und endet ebenfalls frei. Der Grund der Einsprengung zeigt männlichen Charakter und die für diesen Bezirk kennzeichnenden Runzeln (Abb. 2 rechts). Von den Platten ist aber nur die als kleine Spitze am Hinterrand vorspringende Subanalplatte (s) ganz normal. Die unmittelbar neben dem

After (af) liegende Analplatte (a) ist im Umriß von der gewöhnlichen Form. Sie zeigt aber auf der im Bild rechten Seite eindringendes weibliches Chitin mit Dehnungsfalten. Der Adanalwulst (ad) ist rein weiblich und weist eine unregelmäßige Gliederung durch Querfalten auf. Sein Ende ist der Länge nach halbiert und links (im Bild) weiblich, rechts männlich, während sonst die hier rechts gelegene Adanalplatte allein die Spitze bildet. Nach Behandlung mit Kalilauge und anschließender Aufhellung läßt die



Abb. 3. Die Analplatte stärker vergrößert. Der frei abstehende Teil punktiert.

Analplatte noch einige weitere Besonderheiten erkennen. In zwei etwa konzentrischen Ringen um die Einsprengung und wie diese ihren Ursprung aus dem weiblichen Bezirk der Adanalwülste nehmend, zeigen die unteren Chitinschichten ungewöhnliche Strukturen (Abb. 3). Sie machen durchaus den Eindruck weiblichen Chitins; da aber die über ihnen liegende äußere Chitinlage von männlicher Beschaffenheit ist, müßten die zugehörigen Hypodermiszellen zunächst männliche, dann weibliche Skeletsubstanz abgeschieden haben; ein Vorgang, der im Hinblick auf die bekannten Goldschmidtschen Vorstellungen über die Geschlechtsdifferenzierung von höchstem Interesse wäre. Da aber die genauen Vorgänge beim Entstehen der Platten noch unbekannt sind, und ihre Untersuchung erst in Angriff genommen werden soll, läßt sich zur Zeit nichts Entscheidendes sagen. Immerhin wollte ich auf diese bemerkenswerte Bildung aufmerksam machen. An der gewöhnlichen

Stelle hinter dem vierten Beinpaar, nur etwas nach innen gedrückt, findet sich eine männliche Atemplatte (ap), während auf der gegenüberliegenden Seite eine normale weibliche liegt. Am übrigen ganz weiblich differenzierten Körper ließen sich keine Einsprengungen von Anteilen des anderen Geschlechts feststellen, wie dies bei dem früher beschriebenen Halbseitengynander von Amblyomma scutatum der Fall war. Die inneren Organe waren zu stark zersetzt, um näher untersucht zu werden; wie ja überhaupt bei vollgesogenen Tieren ein solches Unternehmen durch das geronnene Blut auf die größten Schwierigkeiten stößt. Nur von zwei Gynandromorphen sind die Geschlechtsorgane bekannt geworden (P. Schulze 1933). Der Gynander von Hyalomma marginatum balcanicum P. Sch. und Schl. besaß einen rein weiblichen Genitalapparat mit wohlentwickeltem Ovar, nur die im männlichen Bezirk liegende Geschlechtsöffnung war erwartungsgemäß rein männlich. Bei dem Gynander von Amblyomma scutatum konnte die Keimdrüse nicht gefunden werden. Die sonstigen Teile waren z. T. anormal, z. T. weiblich, z. T. männlich, die Genitalöffnung nach Geschlechtsanteilen genau halbiert, da die Trennungslinie durch sie hindurch ging. Über die mutmaßliche Entstehung der eigentümlichen Zwischenformen habe ich mich l. c. S. 432 ausführlicher geäußert.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß der Damasceniumgynander unter der Geschlechtsöffnung ein mit geronnener Haemolymphe verstopftes Loch aufwies, welches wahrscheinlich dem Kannibalismus einer anderen Zecke seinen Ursprung verdankt (das über diese Erscheinung Bekannte habe ich in der Z. f. Parasitenk. 8, 1936, S. 635, zusammengestellt; nachzutragen wäre noch die Beobachtung von Sharif, Rec. Ind. Mus. 32, 1930, S. 112).

Schriftenverzeichnis.

Brumpt, E.: Le Gynandromorphisme chez les Ixodinés. Un curieux cas obtenu dans un Élevage d'Amblyomma dissimile. Ann. de Parasit. hum. et comp. 12, 1934.

Goldschmidt, R.: Die sexuellen Zwischenstufen. Monographien Physiol. 23, 1931.

Joan, Th.: Caso de gynadromorphismo en una garrapata. Prim. Reunion Nac. de la Soc. Argent. de Cienc. Natur. (1916) 1919.

Schulze, P.: Über Zeckengynander. Z. Morph. Oek. Tiere 26, 1933.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Rostock.

Ueber die Verdauungsfermente der Vogelspinnen.

Von Egon Schlottke.

Über die Verdauung der Spinnen liegen nur ältere Arbeiten vor. Bertkau (1884) fand, daß aus der Mitteldarmdrüse mit Wasser ein Stoff extrahiert werden kann, der Fibrin verdaut. Nach 18 bis 24 Stunden war der größte Teil des Fibrins aufgelöst und in der Flüssigkeit konnte Pepton mit der Biuretreaktion nachgewiesen werden. Die Verdauung war am stärksten, wenn die Flüssigkeit mit 1 % Sodalösung alkalisch gemacht worden war. Ein Glyzerinauszug aus der Mitteldarmdrüse ergab die stärkste Peptonreaktion nach Zusatz von 0,1 % HCl. Bertkau schließt daraus auf das Vorhandensein eines peptischen und eines tryptischen Ferments. Eine Lipase wies er durch Emulgierung von Olivenöl nach. Eine Stärkelösung ergab einige Stunden nach Zusatz des Extraktes keine Blaufärbung mit Jodlösung mehr. In einer späteren Arbeit (1885) konnte er auch die Zuckerbildung mit der Trommerschen Probe nachweisen. Er zeigte weiter, daß die Unterkieferdrüsen eine kräftige Proteinase enthalten. Aus neuerer Zeit liegt eine Arbeit von Pavlovsky und Zarin (1926) über die Fermente der Skorpione vor. Der Vorderdarmextrakt verflüssigt Gelatine, die mit HCl bis zu deutlich saurer Reaktion versetzt war. Er wirkt aber nicht auf Kasein im alkalischen Medium. In der Mitteldarmdrüse war eine Amylase, eine Lipase, eine bei saurer und eine bei alkalischer Reaktion nachweisbare Proteinase zu finden („Pepsin“ und „Trypsin“).

In einer neueren Mitteilung geben Pickford und Dorris (1934) an, in der abdominalen Verdauungsdrüse von Spinnen Pepsin und Trypsin gefunden zu haben. Da alle bisherigen Untersuchungen lediglich qualitative Methoden angewandt hatten, gaben sie keinen Aufschluß über das Stärkeverhältnis der Fermente. Und gerade dieses gibt ja Anhaltspunkte für die Bedeutung des einzelnen Fermentes für das Tier.

Es mußte auf alle Fälle von Interesse sein, die Fermente von Spinnen mit denen von Limulus zu vergleichen, die in einer früheren Arbeit (Schlottke 1935) untersucht worden waren, zumal die Mitteldarmdrüsen beider Tiere histologisch außerordentlich ähnlich sind und von der der Krebse völlig abweichen.

Versuchstiere.

Als Versuchstiere kamen vor allen Dingen Vogelspinnen in Betracht, da diese recht groß sind und infolgedessen beträchtliche Extraktmengen liefern können. Leider war ihre Beschaffung recht schwierig, da sie in Deutschland augenblicklich nur selten angeboten werden, und bei der direkten Einfuhr aus Brasilien nur wenig Tiere lebend ankamen. Und auch von diesen war nur ein Bruchteil in so gutem Zustand, daß man einwandfreie Versuche damit anstellen konnte.

Zu den beträchtlichen Kosten gab mir die Meckl. Landesuniversitätsgesellschaft dankenswerterweise einen Zuschuß.

Da wie gesagt einwandfreie Versuchstiere knapp waren, und augenblicklich keine Aussicht besteht, diese in ausreichender Menge zu beschaffen, sollen alle bisher erzielten Ergebnisse veröffentlicht werden. Sie geben zwar noch kein abschließendes Bild über die Veränderungen der Fermentstärke im Darmkanal während der Verdauung, bringen aber doch mancherlei Neues.

Es wurden 8 Vogelspinnen der Gattung *Avicularia* untersucht. 4 davon waren voll lebenskräftig, die andern bereits tot oder im Absterben.

1. Die erste (8,6 g schwer) wurde ohne vorherige Fütterung, also nach einer 6—8wöchigen Hungerzeit, geschlachtet. Sie wurde dazu in einem dichtschließenden Gefäß mit Chloroform betäubt und sofort präpariert. 1,0 g dunkelbraune Mitteldarmdrüse wurde gewonnen, zerrieben und mit 10 ccm Glyzerin und etwas Thymol versetzt. Der Brei wurde 24 Stunden im Brutraum bei 38⁰ extrahiert, durch Glaswolle filtriert und nach nochmaligem Thymolzusatz kalt aufbewahrt. Der im Thorax liegende Vorderdarm besitzt zahlreiche Blindsäcke und ist außerordentlich zart und dünnwandig. Er liegt eingebettet zwischen den starken Muskeln und Chitinsehnen der Gangbeine und ist sehr schwer zu präparieren, da er sehr leicht zerreißt. Der Inhalt war infolgedessen überhaupt nicht zu gewinnen. Um möglichst wenig davon verloren gehen zu lassen, wurde der gesamte Thoraxinhalt einschließlich der Muskeln herauspräpariert, zer-

rieben und mit 3 ccm Glyzerin versetzt. Der Extrakt wurde in gleicher Weise weiterbehandelt, wie der aus der Mitteldarmdrüse.

2. Die zweite Vogelspinne war ein junges Tier, das 5,0 g wog. Es wurde mit einer ausgewachsenen Küchenschabe (Periplaneta orientalis) gefüttert und 1 Stunde nach dem Fressen getötet. Die Mitteldarmdrüse war hell graubraun und wog 0,98 g. Sie wurde mit 10 ccm Glyzerin versetzt. Beide Extrakte wurden in gleicher Weise behandelt, wie die von Tier 1.

3. Der Vogelspinne 3, einem jugendlichen Tier, wurde am 16. 11. 35 ein 2,6 g schwerer Grasfrosch angeboten, der nach einer Stunde angegriffen wurde. Am nächsten Morgen war von dem Frosch nur noch ein Häufchen Knochen, Sehnen, Hautfetzen usw. im Gesamtgewicht von 0,23 g vorhanden. Diese Überreste wurden in H_2O aufgeweicht und die Wasserstoffionenkonzentration auf pH 6,1—6,3 festgestellt. Die Spinne selber wog nach der Mahlzeit 9,9 g. Am 19. 11., also 13 Tage nach der Fütterung, wurde das Tier geschlachtet. Die Mitteldarmdrüse war hellbraun und wog 1,5 g. Sie wurde mit 15 ccm Glyzerin, der Thorax mit 3 ccm Glyzerin in der üblichen Weise extrahiert.

4. Vogelspinne 4 war ein ausgewachsenes Weibchen. Sie wurde am 18. 10. mit einem etwa 8 g wiegenden Grasfrosch gefüttert. Am nächsten Morgen frißt sie noch. Vorderbeine, Kopf und Rumpf bildeten nur noch eine unkenntliche Masse, die Hinterbeine waren dagegen noch unversehrt. Die Spinne hatte reichlich Kot abgegeben. Nachmittags hörte sie auf zu fressen. Sie wog nach der Mahlzeit 24,5 g. Am 12. 11., also 25 Tage nach der Fütterung wurde das Tier geschlachtet. 2,0 g der schokoladenbraunen Mitteldarmdrüse wurden mit 20 ccm Glyzerin, der Vorderdarm in der üblichen Weise extrahiert.

5. Die Vogelspinne 5 lebte bei der Ankunft noch, war aber 8 Tage später recht hinfällig. Die Annahme von Nahrung wurde verweigert. Das Tier wurde daraufhin geschlachtet und 1,41 g der graubraunen Mitteldarmdrüse mit 14 ccm Glyzerin extrahiert.

6. Die Vogelspinne 6 lebte bei der Ankunft noch, ging aber am folgenden Tage ein und wurde dann präpariert. Die Mitteldarmdrüse war graubraun, der daraus hergestellte Extrakt ziemlich dunkel.

7. Vogelspinne 7 lebte bei der Ankunft nicht mehr, war aber anscheinend erst kurz vorher abgestorben, denn sie war noch nicht in Zersetzung übergegangen. Die Mitteldarmdrüse war dunkelbraun.

8. Die Vogelspinne 8 war bei der Ankunft anscheinend schon einige Tage tot. Die Mitteldarmdrüse war schwarzbraun und hatte ihre Form und ihren Zusammenhalt bereits verloren. Sie war zähflüssig und ließ sich in lange Fäden ausziehen. Um festzustellen, wieviel von den Fermenten hierin noch erhalten geblieben war, wurde auch hieraus noch ein Extrakt hergestellt.

Versuchsanordnung.

Die Glyzerinextrakte wurden untersucht auf Proteinase, Dipeptidase, Lipase und Amylase, einige auch auf Aminopolypeptidase, Carboxypolypeptidase und Lichenase. Als Substrat für den Nachweis der Proteinasewirkung diente eine 6 % Lösung von Kasein in Kaliumzitratpuffer. Der Ansatz jedes Versuches bestand aus 2 ccm Kaseinlösung, 1 ccm H_2O (resp.

Pufferlösung bei Untersuchung des pH-Optimums) und 0,5 ccm Glyzerinextrakt. 2mal 0,5 ccm der Ansatzflüssigkeit wurden zu Beginn des Versuches mit n/100 alkoholischer KOH nach Willstätter (Modifikation von Waldschmidt-Leitz) bis zum Umschlagspunkt von Thymolphthalein titriert. Das Gefäß stand auf weißem Untergrund, als Beleuchtungsquelle diente eine 100 Watt Tageslichtlampe. Nach Erreichen des Umschlagspunktes wurde soviel abs. Alkohol zugefügt, daß die Alkoholkonzentration 95 % betrug und noch einmal bis zum endgültigen Umschlagspunkt titriert. Das Mittel aus beiden Titrationen bildete den Anfangswert. Der Rest der Ansatzflüssigkeit wurde nach Zusatz von Toluol 24 Stunden im Wasserbad bei 38 ° aufbewahrt, und dann in derselben Weise wieder 2mal je 0,5 ccm titriert. Die Differenz zwischen Anfangs- und Endablesung diente als Maß der Verdauung. Die Polypeptidasen und die Dipeptidase wurden nach derselben Methode geprüft. Als Substrat für die Carboxypolypeptidase diente eine 1 % Lösung von Chloracetyl-l-Tyrosin, für die Aminopolypeptidase eine 1 % Lösung von l-Leucyl-Glycyl-Glycin und für die Dipeptidase eine 1 % Lösung von Glycyl-Glycin, alle in Kaliumzitratpuffer.

Die Lipase wurde stalagmometrisch nach Rona und Michaelis mit Tributyrin als Substrat gemessen. Der Ansatz bestand aus 50 ccm gesättigter und mit Phosphatpuffer versetzter Tributyrinlösung und 0,5 ccm Glyzerinextrakt. Die Lipaseeinheiten sind ausgerechnet als Quotient zwischen der Abnahme der Tributyrinkonzentration in Prozenten und der Zeit in Minuten (siehe Schlottke 1935, S. 373).

Die Amylase wurde durch die Bestimmung reduzierender Zucker nach Hagedorn-Jensen in der Modifikation von Issekutz und Both gemessen. Der Ansatz bestand aus 5 ccm 1 % Lösung von lösl. Stärke in Wasser, die vorher auf 100 ° erhitzt worden war, dazu 2 ccm Phosphatpuffer und 0,5 ccm Glyzerinextrakt. 3 ccm der Ansatzflüssigkeit wurden sofort nach dem Ansetzen titriert, der Rest wurde mit Toluol versetzt und 5 Stunden im Wasserbad bei 38 ° aufbewahrt und dann noch einmal in derselben Weise der Glukosegehalt bestimmt. Nach derselben Methode wurde die Lichenase gemessen. Als Substrat diente eine 0,1 % Lösung von Lichenin *). Der Ansatz bestand aus 5 ccm Licheninlösung, 2 ccm Phosphatpuffer und 0,5 ccm Extrakt. Auch hier wurde der Gehalt an reduzierenden Zuckern in 3 ccm der Ansatzflüssigkeit sofort nach dem Ansetzen und nach 5stündigem Aufenthalt im Wasserbad bei 38 ° bestimmt.

Die Proteasen.

Daß eine kräftige Proteinase in der Mitteldarmdrüse der Spinnen nachgewiesen ist, wurde bereits in der Einleitung erwähnt. Es ist aber lediglich von ihr bekannt, daß sie bei alkalischem und auch bei saurem Medium wirksam ist. Man schloß daher auf das Vorhandensein eines Pepsins und eines Trypsins. Da aber zum

*) Für die Überlassung des Lichenins bin ich Herrn Prof. Karrer-Zürich zu großem Dank verpflichtet.

Wirksamwerden des Pepsins die Anwesenheit freier HCl gehört, ferner das Vorhandensein von Pepsin bei Wirbellosen überhaupt noch nicht einwandfrei nachgewiesen worden ist und außerdem bei Spinnen niemals ein pH saurer als 5 gefunden wurde, ist eine peptische Proteinase recht unwahrscheinlich. Die Lage des pH Optimums gibt einen gewissen Anhalt dafür, mit welcher Proteinase man es zu tun hat. Entsprechende Versuche wurden mit einem mit Glyzerin auf das 10fache verdünnten Mitteldarmdrüsenextrakt einer Vogelspinne, die nur für Vorversuche benutzt wurde, durchgeführt (Abb. 1). Man sieht, daß das Optimum etwa bei pH 9, also weit

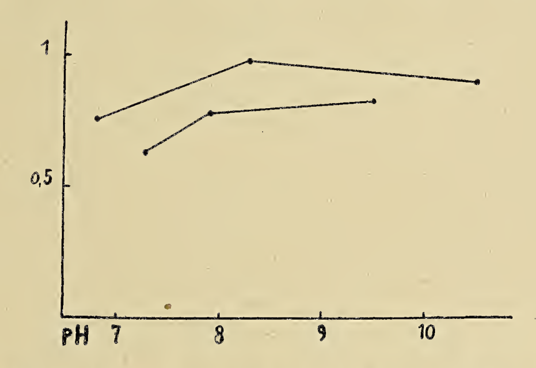


Abb. 1. Spaltung von Kasein durch den Glyzerinextrakt aus der Mitteldarmdrüse einer Vogelspinne und Wasserstoffzahl. Ord.: Zunahme des Verbrauchs von n/100 KOH in ccm nach 24 Std. bei 38 ⁰

im alkalischen liegt, daß die Kurve aber auch nach der sauren Seite nur sehr langsam abfällt (vgl. auch Abb. 2). Ein ähnlich breites pH Optimum fand auch Romijn (1935) für die Fermente einiger Cephalopoden. In beiden Fällen liegt also eine große Unempfindlichkeit des Fermentes gegen pH Änderungen vor.

Die Lage des Optimums spricht für das Vorliegen eines Trypsins. Dann mußte es aber gelingen, mit Enterokinase eine Aktivierung zu erzielen. Solche Versuche lassen sich allerdings nur unter Schwierigkeiten durchführen, denn 1. sind in den Glyzerinextrakten die natürlichen Aktivatoren meist mitenthalten und lassen sich nur manchmal durch Altern der Lösungen ausschalten und 2. gelingt es nur schwer einen Extrakt aus der Schleimhaut eines Schweine-

dünndarmes herzustellen, der frei von Trypsin ist und gleichzeitig genügend große Enterokinasemengen enthält. Der hier verwandte Extrakt wurde zunächst bei verschiedener Wasserstoffionenkonzentration auf seinen Proteinasegehalt geprüft (Abb. 2). Es wurden nur im alkalischen Abschnitt Werte gefunden, die überhaupt über die Fehlergrenze hinausgehen. Die für die verschiedenen Wasser-

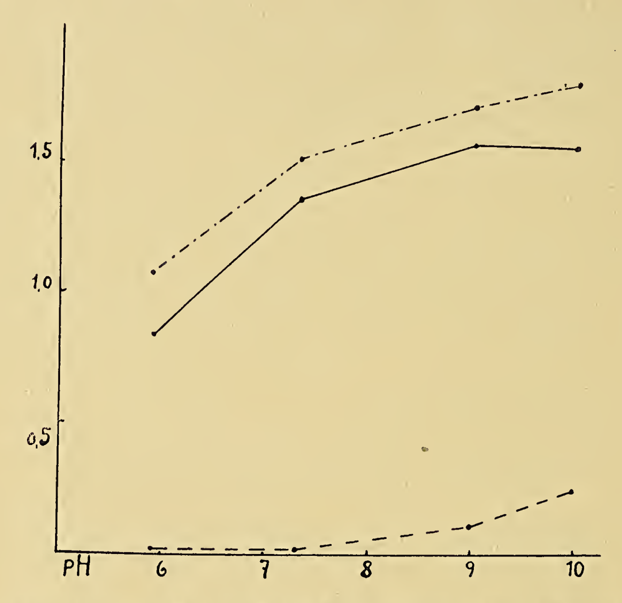


Abb. 2. Aktivierung der Kaseinspaltung durch den Mitteldarmdrüsenextrakt IV mit Enterokinase aus dem Schweinedünndarm. ---- Kaseinspaltung durch Enterokinase allein, ——— durch Mitteldarmdrüsenextrakt allein, -·-·-·- durch Enterokinase und Mitteldarmdrüsenextrakt.

Ord.: Zunahme des Verbrauchs von n/100 KOH in ccm nach 24 Std. bei 38 ^{0}.

stoffionenkonzentrationen gemessenen Werte des Mitteldarmdrüsenextraktes liegen aber sämtlich deutlich niedriger als die entsprechenden, wenn im Ansatz außer dem Spinnenextrakt noch 0,5 ccm Enterokinaselösung enthalten war. Im alkalischen Bereich sind die absoluten Unterschiede allerdings nicht größer, als die für die Enterokinaselösung allein gewonnenen Werte. Aber der Ausschlag in ccm n/100 KOH ist nicht direkt proportional der Fermentmenge, sondern ergibt etwa einen Zuwachs um denselben Betrag,

wenn die Fermentmenge auf das Doppelte zunimmt (Abb. 3. Vgl. auch Schlottke 1935 S. 386).

Trägt man die durch Erhöhung der Extraktmenge gewonnenen Werte für den KOH Zuwachs auf, so steigt die Kurve anfangs recht steil an und wird dann immer flacher. Besonders wenn man berücksichtigt, daß alle drei Kurven in den Nullpunkt laufen

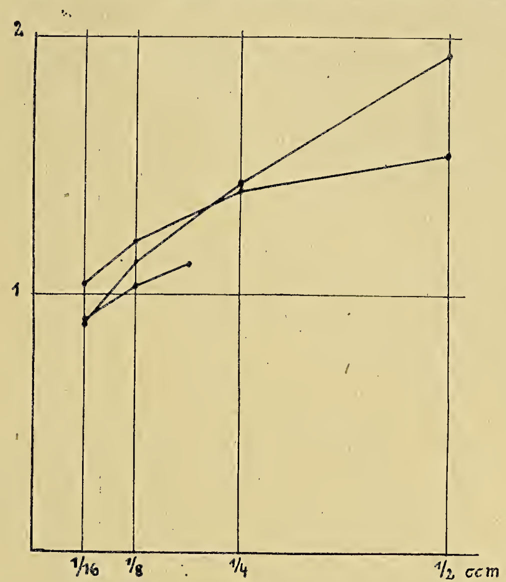


Abb. 3. Grad der Kaseinverdauung und Menge des Mitteldarmdrüsenextraktes. Ord.: Zunahme des Verbrauchs von n/100 KOH in ccm nach 24 Stunden bei 38°. Absc.: Extraktmenge. Die einzelnen Kurven sind von verschiedenen Extrakten aufgestellt.

müssen, erkennt man, daß ein Unterschied zwischen 0,1 und 0,3 ccm also absolut 0,2 ccm, auf die Fermentmenge berechnet, sehr viel geringer ist als ein Unterschied von 0,2 ccm zwischen 1,5 und 1,7 ccm. Trotz des verhältnismäßig geringen absoluten Unterschiedes zwischen den Werten mit und ohne Enterokinasezusatz, kann also die Aktivierung und damit die Ähnlichkeit mit Trypsin als nachgewiesen gelten.

Die Proteinase ist in allen untersuchten Mitteldarmdrüsenextrakten recht kräftig (Tab. 1). Nach der Fütterung ist sie noch stärker geworden als bei dem Hungertier und erreicht den höchsten

Tabelle 1. Kaseinverdauung.

	p_H	Mehrverbrauch von n/100 KOH nach 24 Std. bei 38° in ccm
Zu 2 ccm 6 % Kaseinlösung und 1 ccm H_2O wurden zugefügt:		
0.5 ccm Thorax 1	9	0.07
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 1	9	1.53
0.5 ccm Thorax 2	9	0.24
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 2	9	1.74
0.5 ccm Thorax 3	9	0.22
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 3	9	1.93
0.5 ccm Thorax 4	9	0.23
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 4	9	1.54
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 5	9	1.33
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 6	9	1.53
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 7	9	1.32
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 8	9	1.19

bei der Spinne, die 13 Tage nach der Fütterung mit einem Frosch geschlachtet wurde. Auch bei den bei der Präparation bereits toten Tieren ist die Proteinase noch erhalten geblieben. Sogar Vogelspinne 8, deren Drüse bereits soweit zersetzt war, daß sich aus der schwarzbraunen Masse lange Fäden ziehen ließen, hat noch ein kräftiges Ferment. In den Extrakten aus dem Thorax, der den Vorderdarmabschnitt enthält, war die Proteinase sehr schwach und fehlte bei dem hungernden Tier gänzlich. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Extrakten sind so gering, daß über eine etwaige Bewegung der Fermente innerhalb des Darmkanals bei der Nahrungsaufnahme keine Aussagen gemacht werden können. Nach diesen Ergebnissen scheint bei den Vogelspinnen auch in der Unterkieferdrüse, die ja mit extrahiert worden ist, kein so kräftiges proteolytisches Ferment vorhanden zu sein, wie es Bertkau (1885) bei Tarentula gefunden hat. Allerdings wurden die Unterkiefer nicht gesondert extrahiert. Es besteht die Möglichkeit, daß im Vorderdarm ein Aktivator für die Proteinase der Mitteldarmdrüse abgeschieden wird, ähnlich wie ihn Romijn (1935) im Blindsack der Cephalopoden fand. Daher wurde die Verdauung

von Kasein durch Mitteldarmdrüsenextrakt gemessen, wenn gleichzeitig Vorderdarmextrakt zugefügt war. Bei diesem Versuch war ein Einfluß des Vorderdarmextraktes auf die Verdauung nicht festzustellen. Ein Glyzerinextrakt aus den Giftdrüsen, kann wie erwartet Eiweiß nicht verdauen und fördert auch die Wirkung der in der Mitteldarmdrüse enthaltenen Proteinase nicht deutlich. Es ist also wahrscheinlich, daß die extraintestinale Verdauung der Beutetiere auf ein Sekret der Mitteldarmdrüse zurückgeführt werden muß, denn es ließ sich ja im ganzen Thorax keine andere Proteinase von der zu erwartenden Stärke nachweisen.

Die Aminopolypeptidase und die Carboxypolypeptidase wurden nur an Tier 3 geprüft (Tab. 2).

Tabelle 2.

	p_H	Mehrverbrauch von n/100 KOH nach 24 Stunden bei 38° in ccm
Zu 2 ccm 1 % l-Leucyl glycylglycin u. 1 ccm H_2O wurden zugefügt:		
0.5 ccm Thorax 3	7.6	0.06
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 3	7.6	1.77
Zu 2 ccm 1 % Chloracetyl-l-Tyrosin und 1 ccm H_2O wurden zugefügt:		
0.5 ccm Thorax 3	7.0	0.02
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 3	7.0	0.48

Beide Fermente fehlen im Vorderdarmextrakt. Die Aminopolypeptidase ist in dem Mitteldarmdrüsenextrakt sehr stark, die Carboxypolypeptidase auch verhältnismäßig kräftig, zumal wenn man berücksichtigt, daß der Abbau des Chloracetyl-l-Tyrosins bei dieser Versuchsanordnung auch bei anderen Tieren nur geringe Werte erreicht.

Die Dipeptidase wurde wieder genauer geprüft (Tab. 3). Denn sie bewirkt ja die Endphase der Eiweißverdauung und ist für den Nachweis einer Arbeitsteilung zwischen einzelnen Darmteilen besonders wertvoll.

Die Dipeptidase ist in den Thoraxextrakten gerade noch nachzuweisen, aber sie ist sehr schwach. Auch in der Mitteldarmdrüse

Tabelle 3.
Die Dipeptidase in den verschiedenen Extrakten.

	p_H	Mehrverbrauch von n/100 KOH nach 24 Stunden bei 38° in ccm
Zu 2 ccm 1 % Glycyl-Glycinlösung und 1 ccm H_2O wurden hinzugefügt:		
0.5 ccm Thorax 1	7.8	0.14
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 1	7.8	0.37
0.5 ccm Thorax 2	7.8	0.20
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 2	7.8	0.89
0.5 ccm Thorax 3	7.8	0.21
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 3	7.8	1.82
0.5 ccm Thorax 4	7.8	0.22
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 4	7.8	0.68
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 5	7.8	0.30
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 6	7.8	0.30
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 7	7.8	0.35
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 8	7.8	0.32

des Hungertieres ist sie noch schwach und nimmt bei den Spinnen 2 und 3, also 1 Std. und 13 Tage nach der Fütterung ganz beträchtlich an Stärke zu, bei Tier 4 (25 Tage nach der Fütterung) wieder ab. Es sind also viel größere Veränderungen vorhanden als bei der Proteinase; ein weiterer Beweis dafür, daß die beiden Proteasen, die den Anfang und den Schluß der Eiweißverdauung bewirken, sich während der Fütterung ganz verschieden verhalten. Die späte Lage des Höhepunktes der Dipeptidasewirkung (13 Tage nach der Fütterung) ist biologisch durchaus verständlich, denn die Verdauung dauert gerade bei den Spinnen sehr lange, manchmal mehrere Wochen. Die Dipeptidase bei den Tieren, die beim Schlachten kurz vor dem Absterben standen, oder erst nach ihrem natürlichen Tode verarbeitet wurden, entspricht in ihrer Stärke der des Hungertieres.

Die Lipase.

In den Thoraxextrakten ist die Lipase im Gegensatz zu denen der Mitteldarmdrüsen nur sehr schwach oder fehlt überhaupt (Tab. 4).

Tabelle 4.

(Sämtliche Messungen wurden bei 20° durchgeführt, $p_H = 7.3$.)

	Lipase-einheiten
Zu 50 ccm gesättigter Tributyrinlösung wurden zugesetzt	
0.5 ccm Thorax 1	0.33
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 1	3.8
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 2	3.0
0.5 ccm Thorax 3	0.01
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 3	1.36
0.5 ccm Thorax 4	0.00
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 4	3.3
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 5	0.37
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 6	1.4
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 7	0.68
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 8	0.9
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 2	3.3
0.25 ccm Mitteldarmdrüse 2	2.0
0.125 ccm Mitteldarmdrüse 2	1.2
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 3	1.36
0.25 ccm Mitteldarmdrüse 3	0.97
0.125 ccm Mitteldarmdrüse 3	0.54
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 4	3.8
0.25 ccm Mitteldarmdrüse 4	1.95
0.125 ccm Mitteldarmdrüse 4	1.0

In der Mitteldarmdrüse der Spinnen ist sie außerordentlich stark. Im einzelnen sind die Werte sehr verschieden hoch. Und merkwürdigerweise ist im Extrakt 3, der die stärkste Proteinase und die bei weitem stärkste Dipeptidase besitzt, die Lipase nicht ein Viertel so stark wie in den anderen Extrakten. Bei den 4 Tieren, die kurz vor dem Absterben oder erst nach ihrem Tode zu Extrakten verarbeitet wurden, ist die Lipase auch verschieden kräftig, ohne daß sich eine Beziehung zu dem Zustande des Tieres angeben ließe. Die Werte insgesamt liegen etwas niedriger als die der lebensfrischen Tiere, aber der höchste Wert eines abgestorbenen liegt doch noch etwas höher, als der niedrigste der lebenden.

In den Mitteldarmdrüsenextrakten 2, 3 und 4 wurden noch die Lipaseeinheiten bei absteigender Konzentration bestimmt (Tab. 4). Bei Verringerung der Extraktmenge auf die Hälfte geht die Zahl der Lipaseeinheiten ungefähr auf die Hälfte zurück. Besonders genau ist die Proportionalität zwischen Extraktmenge und Lipaseeinheiten bei dem Extrakt 4 verwirklicht, bei den beiden anderen steigt die Lipasezahl nicht ganz so stark an, wie die Extraktmenge. In weiteren Versuchen wurde noch die Abhängigkeit der Tributyrinspaltung von der Wasserstoffzahl innerhalb der für diese Versuche in Frage kommenden Grenzen festgestellt (Abb. 4). Die Lipase-

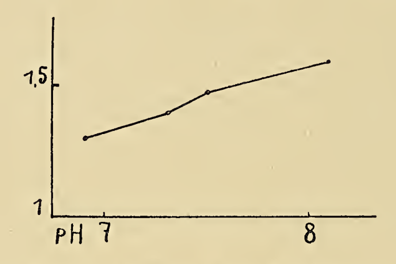


Abb. 4. Spaltung von Tributyrinlösung durch Mitteldarmdrüsenextrakt und Wasserstoffzahl. Ord.: Lipaseeinheiten.

wirkung nimmt zu, wenn das Substrat alkalischer wird. Das Optimum wurde nicht bestimmt, da es zur Unterscheidung verschiedener Lipasen nicht brauchbar ist. Nach dem augenblicklichen Stand der Kenntnisse gelingt diese Charakterisierung der Lipase nur durch Prüfung ihres Verhaltens gegen Gifte (Tab. 5).

Die Spinnenlipase ist der von Helix verhältnismäßig ähnlich (Kuntara 1934). Von der von Limulus unterscheidet sie sich durch die größere Widerstandsfähigkeit gegen Chinin, von der des Flußkrebses durch die weit größere Empfindlichkeit gegen NaF und Strychninnitrat. Die Wachsmottenlipase ist (Duspiva 1934) wiederum widerstandsfähiger gegen NaF, aber empfindlicher gegen Chinin. Die Lipase aus Bakterien und die aus Ophryoscoleciden (Schlottke 1936) verhält sich noch ganz anders. Wir haben also gerade bei der Lipase die Eigentümlichkeit, daß ihr Verhalten gegen Gifte bei fast allen untersuchten Tieren, manchmal sogar bei verschiedenen Darmteilen eines Tieres von einander abweicht.

Tabelle 5.

Hemmung der Lipase durch Gifte.

(Die Messungen wurden bei 20° durchgeführt p_H 7.3.)

	Lipaseeinheiten		Hemmung in %
	Messungen	Mittel	
Zu 50 ccm ges. Tributyrinlösung und 0,16 ccm Mitteldarmdrüse 2 wurden zugesetzt:			
1 ccm H_2O	0.80 0.80	0.80	
1 ccm 1 % Atoxyl	0 81 0 80 0 78	0.80	0
1 ccm 3 % Natriumfluorid	0.37	0.37	54
1 ccm 1 % Strichninnitrat	0.78 0.75	0.72	10
1 ccm 10 % Magnesiumchlorid . . .	0.68	0.68	15
1 ccm 3 % Chininum hydrochloricum	0.62 0.62 0.61	0.61	24

Das spricht sehr dafür, daß die Gifte nicht an der Lipase selber, sondern an irgendwelchen, wahrscheinlich eiweißartigen Begleitstoffen angreifen. Da es auch von vornherein unwahrscheinlich ist, daß jedem Tier eine besondere Lipase, manchmal sogar 2 zukommen, während fast alle andern Fermente durch das ganze Tierreich hindurch, und sogar bei den Pflanzen dasselbe Verhalten zeigen, wird man annehmen müssen, daß die Lipase als solche durch das Verhalten gegen Gifte ebensowenig zu charakterisieren ist wie durch die Lage des pH Optimums.

Die Amylase.

Eine Amylase ist im Vorderdarm der Vogelspinnen nicht nachzuweisen. In der Mitteldarmdrüse ist ihre Stärke außerordentlich verschieden (Tab. 6).

Bei dem Hungertier erreicht sie noch nicht die Fehlergrenze, die bei dieser Versuchsanordnung etwa bei 0,1 liegt. Auffallend hoch ist sie in dem Mitteldarmdrüsenextrakt 2, der von einer

Tabelle 6.

	Zuwachs von Glukose nach 5 Std. bei 38° in mg
Ansatz: 5 ccm 1 % Stärkelösung + 2 ccm Phosphatpuffer (p_H = 5.2) dazu:	
0.5 ccm Thorax 1	— 0.10
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 1	0.07
0.5 ccm Thorax 2	0.05
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 2	**2.38**
0.5 ccm Thorax 3	0.00
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 3	0.66
0.5 ccm Thorax 4	— 0.04
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 4	0.66
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 5	0.63
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 6	1.11
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 7	1.40
0.5 ccm Mitteldarmdrüse 8	0 03

Spinne stammt, die 1 Stunde nach der Fütterung mit einer Küchenschabe getötet wurde. Aus anderen noch nicht veröffentlichten Versuchen geht hervor, daß die Amylase gerade bei diesen Insekten außerordentlich kräftig ist. Es ist daher wahrscheinlich, daß die Amylase in dem untersuchten Extrakt noch von dem Futtertier herstammt, denn gerade für die Stärkespaltung ist eine Beteiligung der Nahrungsmittelfermente (bei Wirbeltieren) nachgewiesen worden. Ellenberger (1887) zeigte, daß die im rohen Hafer vorhandene Amylase im Magen des Pferdes kräftig wirkt. Nach Cronheim (1911) besitzen Karpfen und Schleie so wenig arteigene Fermente, daß sie nicht imstande sind, die ihnen bei der Mast angebotenen künstlichen Nahrungsstoffe gänzlich zu verarbeiten, sondern auf die Mitarbeit der mit der natürlichen Nahrung aufgenommenen Fermente angewiesen sind. Mangold und Dubiski (1930) fanden, daß bei Hühnern nach Körnerfütterung 5—10 % der gesamten Stärkeverdauung auf Rechnung der Nahrungsfermente gesetzt werden muß. Sollte die bekannte Vorliebe vieler Raubtiere für die Eingeweide der Beute mit dem Fermentgehalt und der dadurch bedingten leichteren Verdaulichkeit zusammenhängen? Auch

junge Fischadler fressen nach Beobachtungen von Kuhk (1929) mit besonderer Vorliebe die Pylorusanhänge von Dorschen.

Beide nach Fütterung mit einem Frosch geschlachteten Spinnen hatten in der Mitteldarmdrüse denselben Amylasewert. Bei den 4 anderen Tieren, die bei der Ankunft schon tot waren oder aber nicht mehr fraßen, ist der Amylasewert sehr verschieden, ohne daß eine Beziehung zu einem der anderen Fermente zu erkennen ist. Die Abweichungen sind verständlich, wenn man sie auch auf verschiedene Nahrung zurückführt.

Nachdem die Extrakte 7 Monate gestanden hatten, war trotz des Thymolzusatzes und der kühlen Aufbewahrung eine Bakterienschicht auf der Oberfläche entstanden. Eine nochmalige Prüfung auf Amylase führte zu dem überraschenden Ergebnis, daß in sämtlichen Extrakten eine sehr kräftige Amylase vorhanden war. Die Werte lagen zwischen 1,75 mg Glukose bei Mitteldarmdrüse 1 und 2,92 mg bei Mitteldarmdrüse 6. Offenbar sind die Bakterien zum Teil in das Glyzerin abgesunken und haben ihre Fermente dann an den Extrakt abgegeben.

Eine Lichenase war in den geprüften Extrakten nicht nachzuweisen. Damit ist die Annahme von Jewell und Lewis (1918), daß dieses Ferment allen Wirbellosen zukäme, nicht bestätigt.

Besprechung der Ergebnisse.

In ähnlicher Weise wie es hier für die Vogelspinnen durchgeführt wurde, ist bisher erst *Limulus* untersucht worden, da in allen anderen Arbeiten über die Fermente wirbelloser Tiere (soweit überhaupt quantitative Angaben vorliegen) entweder andere Zeiten oder Konzentrationen angewandt wurden, oder aber nur ein Teil der Fermente berücksichtigt wurde. Auch in der Limulusarbeit wurden z. T. andere Konzentrationen angewandt, aber es ist möglich, wenigstens größenordnungsmäßig die verschiedenen Fermente zu vergleichen, abgesehen von der Amylase, die bei Limulus nur mit kolometrischen Methoden geprüft wurde.

Der genaueste Vergleich ist für die Lipase möglich. Im Magensaft von *Limulus* waren 0,7 bis 3,3 Einheiten je 0,5 ccm Extrakt vorhanden, in der Mitteldarmdrüse nur 0,2 bis 0,3 Einheiten. Die

Proteinase ergab für die Mitteldarmdrüsenextrakte einen KOH-Zuwachs (wenn man die Zahlen auf die bei den Vogelspinnen angewandten Mengen umrechnet) von 0,8; 0,4; 0,9; 1,8 ccm; die Dipeptidase ergab für dieselben die Werte 1,8; 1,6; 1,6; 1,5 ccm. Die Dipeptidase ergibt unter den Versuchsbedingungen verhältnismäßig höhere Zahlenwerte als die Proteinase.

Im Vergleich mit *Limulus* haben die Spinnen in der Mitteldarmdrüse eine etwa 10 mal so starke Lipase, eine deutlich stärkere Proteinase, aber eine viel schwächere Dipeptidase. Das umgekehrte Stärkeverhältnis der Proteinase und Dipeptidase ist biologisch verständlich. Bei *Limulus* wird die Verdauung im Magendarm durch eine sehr kräftige Proteinase eingeleitet, in der Mitteldarmdrüse mit der Dipeptidase innerhalb weniger Tage zu Ende geführt. Bei den Vogelspinnen war im Vorderdarm keine besonders kräftige Proteinase nachzuweisen, es ist daher anzunehmen, daß auch die extraintestinale Verdauung durch ein Sekret der Mitteldarmdrüse durchgeführt wird. Mit der Beobachtung, daß die Dipeptidase nicht so kräftig ist, wie die von *Limulus* steht gut in Übereinstimmung, daß sich die endgültige Verarbeitung der Nahrung innerhalb der Mitteldarmdrüse bei den Spinnen über längere Zeit hinzieht. Wie eigene histologische Beobachtungen zeigen, kann ein großer Teil der Nahrungskugeln noch nach 14 Tagen fast unverändert in den Zellen liegen.

In ähnlicher Weise wie bei *Limulus* war festzustellen, daß die einzelnen untersuchten Fermente in jedem Extrakt in ganz verschiedener Konzentration vorhanden sind. Es ist also kein festes Verhältnis zwischen den einzelnen Fermenten da. Demnach kann man auch nicht von der Sekretion eines Verdauungssaftes, sondern nur von der Bildung und Abscheidung einzelner Fermente reden.

Zusammenfassung.

1. Es wurden aus dem Thorax und der Mitteldarmdrüse von 8 Vogelspinnen der Gattung *Avicularia* Glyzerinextrakte hergestellt und in diesen der Gehalt verschiedener Fermente quantitativ festgestellt.

2. Im Vorderdarm ließ sich lediglich eine schwache Proteinase, Dipeptidase und Lipase nachweisen. In den Extrakten aus der Mitteldarmdrüse war eine kräftige (trypsinähnliche) Proteinase, eine kräftige Aminopolypeptidase, eine Carboxypolypeptidase und eine Dipeptidase von verschiedener Stärke nachzuweisen. Die Lipase war sehr kräftig, die Amylase in einigen Fällen deutlich, die Lichenase fehlte. Die einzelnen Fermente sind in den Mitteldarmdrüsen der verschiedenen Individuen nicht in demselben Verhältnis vorhanden. Es wird also nicht ein einheitlicher Verdauungssaft abgeschieden.

3. Es besteht die Wahrscheinlichkeit, daß ein Teil der nachgewiesenen Amylase aus den Beutetieren stammt.

4. Die Fermente bleiben in der Mitteldarmdrüse nach dem Tode der Spinne noch einige Tage in fast unverminderter Stärke erhalten.

5. In der Mitteldarmdrüse der Vogelspinnen sind die Fermente in einem anderen Stärkeverhältnis vorhanden als in der Mitteldarmdrüse von Limulus. Die Unterschiede sind biologisch verständlich.

Erwähnte Arbeiten.

Bertkau, Ph., 1884. Über den Bau und die Funktion der sog. Leber bei den Spinnen. Arch. mikr. Anat. 23.

— 1885. Über den Verdauungsapparat der Spinnen. Arch. mikr. Anat. 24.

Cronheim, W., 1911. Zeitschr. f. Fischerei 15.

Duspiva, F., 1934. Ein Beitrag zur Kenntnis der Verdauung der Wachsmottenraupen. Zs. f. vergl. Physiol. 21.

Ellenberger, W., 1887. Über die Natur und die Herkunft des bei der Magenverdauung wirksamen amylolytischen Fermentes. Arch. f. Tierheilk. 13.

Jewell, M. E., and Lewis, H. B., 1918. The occurrence of Lichenase in the digestive tract of invertebrates. Journ. Biol. Chem. 33.

Kuhk, R., 1929. Beobachtungen am Fischadlerhorst und bei der Aufzucht eines jungen Adlers. Beitr. z. Fortpflanzungsbiol. d. Vögel. 5.

Kuntara, W., 1934. Beitrag zur Kenntnis der Lipase aus dem Darmsaft der Weinbergschnecke. Hoppe-Seylers Zs. f. physiol. Chem. 225.

Mangold, E., u. Dubiski, 1930. Quantitative Untersuchungen über die Beteiligung der in der pflanzlichen Nahrung enthaltenen Fermente an der Kohlehydratverdauung im Tierkörper. Wiss. Arch. f. Landw. Abt. B. Bd. 4.

Pavlovsky, E. N., and Zarin, E. J., 1926. On the Structure and Ferments of the Digestive Organs of Scorpions. Quart. J. of microsc. Sc. 70, II.

Pickford, G. E., and Dorris, F., 1934. Micro-Methods for the detection of Proteases and Amylases. Science. 80.

Romijn, C., 1935. Die Verdauungsenzyme bei einigen Cephalopoden. Arch. néerl. de Zool. 1.

Schlottke, E., 1935. Biologische, physiologische und histologische Untersuchungen über die Verdauung von Limulus. Zs. f. vergl. Physiol. 22.

— 1936. Untersuchungen über die Verdauungsfermente von Infusorien aus dem freien Wasser und aus dem Rinderpansen. Sitz.ber. und Abh. d. Naturforsch. Ges. Rostock, 3. F., Bd. 6.

Im Tauschverkehr eingegangene Schriften.

A b o. Acta Academia Aboenses.
A d e l a i d e. Transactions and Proceedings of the Royal Soc. of South Australia.
A l t o n a. Naturwissenschaftlicher Verein.
A m s t e r d a m. Nederlandsche Botanische Vereeniging.
— Genootschap ter Bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde.
— Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles Sér. III. Physiol. de l'Homme et des Animaux.
— Archives Néerlandaises de Phonétique expérimentale.
A n n A r b o r. Occasional Papers of the Museum of Zoology.
— Contributions from the Laboratory of Vertebrate Genetics.
A t h e n. Acta Instituti et Musei Zoologici.
A u g s b u r g. Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg.
B a d D ü r k h e i m. Mitteilungen des pfälzischen Vereins für Naturkunde „Pollichia".
B a l t i m o r e. Johns Hopkins University. Circular.
B a r c e l o n a. Memorias. Academia de Ciencias y Artes.
B a s e l. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft.
B e r g e n, Norwegen. Bergens Museum. Aarsberetning. Aarbok, Naturv. Raekke.
B e r k e l e y. Publications of the University of California at Los Angeles in Biological Sciences.
— Publications of the University of California in Physiology.
B e r l i n. Gesellschaft naturforschender Freunde.
B e r n. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft.
B l o e m f o n t e i n. Nasionale Museum. Palaeontologiese Navorsing. Argeologiese Navorsing. Biologiese Navorsing.
B u d a p e s t. Königl. Ungarische Naturwiss. Gesellschaft. Allattani Közlemények.
C a m b r i d g e, Mass. Museum of comparative Zoology. Bulletin.
C i n c i n n a t i, Ohio. Bulletin of the Lloyd Library of Botany, Pharmacy and Materia Medica.
C o l o m b o. Ceylon Journal of Science. Section B. Spolia Ceylanica. Section D. Medical Sciences.
C o n c e p t i o n. Boletin de la Sociedad de Biologia de Conception.

Danzig. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft.
— Westpreußischer Botanischer und Zoologischer Verein.
Dessau. Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins.
Dijon. Bulletin scientifique de Bourgogne.
Dresden. Jahresbericht der Gesellschaft für Natur und Heilkunde.
Dublin, Irland. Royal Dublin Society. The scientific Proceedings. Economic Proceedings.
Erfurt. Jahrbücher der Akademie gemeinnütziger Wissenschaften. Sonderschriften.
Frankfurt/Main. Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Senckenbergiana.
— Jahresbericht des physikalischen Vereins.
Freiburg i. Br. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft.
Genf. L'institut National Genevois. Bulletin.
Genova. Bollettino dei Musei Zoologia e Anatomia comparata.
Gießen. Oberhessische Gesellschaft für Natur und Heilkunde. Berichte.
Göttingen. Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.
Granville, Ohio. Bulletin of the Scientific Laboratories of Denison Univ.
Graz. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark.
Greifswald. Mitteilungen aus dem Naturwiss. Verein für Neuvorpommern und Rügen.
Groningen. Natuurkundig Genootschap. Verslag.
Haarlem. Archives du Musée Teyler.
Halle/Saale. Nova Acta der Carolinischen Akademie der Naturforscher. N. F.
Hamburg. Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins.
Heidelberg. Abhandlungen des Naturhistorisch-Medizinischen Vereins.
Hermannstadt. Verhandlungen und Mitteilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften.
Hobart. Royal Society of Tasmania. Papers and Proceedings.
Jassy. Annales scientifiques de l'Université.
Innsbruck. Bericht über die Sitzungen der Gesellschaft wissensch. Ärzte.
Iowa. University of Iowa Studies on natural History.
Karlsruhe. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland.
Kiew. Travaux du Musée Zoologique.
Kioto. Universitas imperialis. Acta scholae medicinalis.
Königsberg i. Pr. Schriften der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft.

Kopenhagen. Kong. Danske Videnskabernes Selskab. Oversigt over Forhandlinger. Biologiske Meddelelser. Mathematisk - Fysiske Meddelelser.
— Naturhistorisk Forening i Kjobenhavn. Videnskabelige Meddelelser.
— Memoires de l'Académie Royale des Sciences et des Lettres de Danemark.

Kurashiki. The Ohara Institut for agriculture Research.

Lancaster, Pa. The biological Bulletin of the Mar. Biol. Lab. Woods Hole.

Lausanne. Société Vaudoise des Sciences naturelles. Bulletin. Mémoires.

Leiden. Archives néérlandaises de Zoologie.

Leipzig. Berichte über die Verhandlungen der sächsischen Akademie der Wissenschaften.

Leningrad. Travaux du Lab. de Zoologie expérimentale et de Morphologie des animaux.
— Travaux de la Station Biol. de Sebastopol.

Liège. Société Royale des Sciences. Bulletin. Mémoires.

Lissabon. Bulletin de la Société Portugaise des Sciences Naturelles.
— Instituto de Medizina legal de Lisboa.

Lund. Acta Universitatis Lundensis.

Manila. The Philippine Journal of Science.

Manchester. The Manchester Museum. Report. Notes.

Marburg/Lahn. Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften.

Minneapolis. Agricultural Experimental Station. Bulletin. Report.

Montevideo. Revista Sudamericana de Botanica.

München. Sitzungsberichte und Abhandlungen der bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Napoli. Reale Accademia delle Science Fisiche e Matematiche. Rendiconto.

Newcastle-on-Tyne. Transactions of the Natural History ot Northumberland.

Padova. Società veneto-trentina di science naturali. Atti.

Perm. Institut des Recherches biologiques. Bulletin.
— Scientific Memoirs of the University of Perm.

Philadelphia, U.S.A. Academy of Natural Sciences. Proceedings.

Pisa. Società Toscana di Scienze Naturali. Atti (Processi verbali) Memorie.

Prag. Verhandlungen des Vereins deutscher Ärzte.

Pretoria. Annals of the Transvaal Museum.

Regensburg. Berichte der Bayrischen Botanischen Gesellschaft.

Riga. Bulletin de la Société de Biologie de Lettonie.

Sao Paulo. Archivos do Instituto Biologico de defesa agricola e animal.

Sapporo. Journal of the Faculty of Science, Hokkaido Imp. University.

Schaffhausen. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen.
Sendai. Mathematical Journal.
— Arbeiten aus dem anatomischen Institut der Kaiserl. Universität zu Sendai.
Sofia. Geologica Balcanica.
Solothurn. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft.
Stettin. Dohrniana.
St. Louis, Miss. Annals of the Missouri Botanical Garden.
Stockholm. Arkiv for Botanik. Arkiv for Kemi, Mineralogi och Geologi. Arkiv for Zoologi.
Tokyo. Japanese Journal of Zoology.
Torino. Bollettino dei Musei di Zoologia e Anatomia comparata della R. Università di Torino.
Toronto. Studies. Biological Series. Geological Series.
Tromsö. Tromsö Museum. Arsberetning. Arshefter. Skrifter.
Trondheim. Kongel. Norske Videnskabers Selskab. Skrifter. Arsberetning. Forhandlinger. Museet.
Tübingen. Jahresbericht des Medizinisch Naturwissenschaftlichen Vereins.
Upsala. Nova Acta Regiae Societatis Upsalensis.
Utrecht. Provinciaal Utrechtsche Genootschap van Kunsten en Wetenschapen. Verslag.
Washington. Smithsonian Miscellaneous Collections.
— U.S. treasury Department. Public Health Sercice. Reprint.
— Department of Agriculture. Miscellaneous Collections.
— Proceedings of the U.S. National Museum.
— Bulletin of the U.S. National Museum.
Wien. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften. Math. Naturw. Kl.
Abt. 1. Beschreibende Naturwissenschaften.
Abt. 2a. Mathematik, Astronomie, Physik, Meteorologie, Mechanik.
Würzburg. Verhandlungen der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft.
Zürich. Vierteljahrsschrift der Züricherischen Naturforschenden Gesellschaft.

Verzeichnis der in den Sitzungen der Naturforschenden und Medizinischen Gesellschaft gehaltenen Vorträge:

Sitzung am 5. 5. 35 im Botanischen Institut:

v. Guttenberg: Pflanzenphysiologische Untersuchungen im Mittelmeergebiet.

Sitzung am 6. 6. 35 in der Medizinischen Klinik:

Jores: Das Problem der Tagesperiodik in der Biologie.

Sitzung am 7. 11. 35 im Physiologischen Institut:

Kollath: Vom Leben ohne Sauerstoff.

Sitzung am 21. 11. 35 im Anatomischen Institut:

Freerksen: Selbstregulierungen des Gebisses. Ein Beitrag zur Überwindung des Mechanismus in der Biologie.

Sitzung am 23. 1. 36 im Botanischen Institut:

v. Guttenberg: Der heutige Stand der pflanzlichen Wuchsstoffforschung.

Sitzung am 13. 2. 36 im Zoologischen Institut:

Schlottke: Untersuchungen über die Verdauungsfermente von Infusorien aus dem freien Wasser und aus dem Rinderpansen.

Sitzung am 11. 6. 36 im Botanischen Institut:

Bauch: Über anormale Abläufe der Reduktionsteilung (Studien an Kalkalgen).

Sitzung am 26. 6. 36 im Hygienischen Institut:

Sander: Die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration im biologischen Geschehen (Arbeiten über Pockenvirus, pathogene Bakterien u. a.).

Inhalt.

Seite

Freitag, H. E.: Untersuchungen über die histologischen Änderungen der Nebennieren infantiler weißer Mäuse unter der Wirkung des aus dem Blutserum von Hochdruckkranken gewonnenen corticotropen Hormons 1

Maercker, G.: Über den Gehalt der Hypophyse an blutdrucksteigerndem Hormon mit dem Wechsel von Licht und Dunkelheit 13

Orgel, D.: Die Reifung der Geschlechtszellen bei der Gallwespe Biorrhiza Pallida Olivier 23

Kundt, H. E.: Über die Eigendruckverbreiterung der Interkombinationslinien des Cadmiums und Zinks 39

Schurian, D.: Untersuchungen über die histologischen Änderungen der Nebennierenrinde unter der Wirkung des corticotropen Hormons 45

Schlottke, E.: Untersuchungen über die Verdauungsfermente von Infusorien aus dem freien Wasser und aus dem Rinderpansen 59

Schulze, P.: Ein bemerkenswerter Gynander der Zecke Hyalomma detritum damascenium P. Sch. u. Schl. 1929 83

Schlottke, E.: Über die Verdauungsfermente der Vogelspinnen 89

Verzeichnis der im Tauschverkehr eingegangenen Schriften . . . 107

Verzeichnis der in den Sitzungen der Naturforschenden und Medizinischen Gesellschaft gehaltenen Vorträge 111











